

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD DE LAS
UNIDADES PRODUCTORAS DE CAFÉ EN EL SECTOR
VALENCIA, JAMALCA, AMAZONAS**

Autor: Bach. Wilder Pardo Gonzales

Asesor: MSc. Jaris Emmanuel Veneros Guevara

Registro: (.....)

Chachapoyas – Perú

2022

DATOS DEL ASESOR

MSc. Jaris Emmanuel Veneros Guevara

DNI N° 46145659

Registro ORCID N° 0000-0001-6981-4078

<https://orcid.org/0000-0001-6981-4078>

**Campo de la Investigación y Desarrollo, según la organización para la
Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE):**

4.00.00 -- Ciencias agrícolas

4.01.00 -- Agricultura, Silvicultura, Pesquería

4.01.06 -- Agronomía

DEDICATORIA

A mis padres: Pablo Pardo Llatas y Vilma Gonzales Cotrina, porque siempre son un ejemplo a seguir y por el apoyo incondicional que me brindaron durante todo el camino recorrido en la vida, y que me ayudaron a alcanzar mis metas, gratitud eterna por todo el esfuerzo y dedicación de cada día en su labor de padres, por ser la base fundamental en mi formación con valores y principios.

Wilder Pardo Gonzales

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, y brindarme sabiduría y fuerzas para alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres y hermanos, por formar parte de este proyecto de vida, y brindarme su apoyo incondicional y que siempre me animaron a seguir adelante.

Mi gratitud al MSc. Jaris Emmanuel Veneros Guevara, asesor de mi proyecto de tesis, y ejecución de la tesis, por el valioso apoyo, sugerencias y motivación brindada en todo momento.

A mi casa superior de estudios la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, a la escuela profesional de Ingeniería Agrónoma, y a los docentes que contribuyeron con sus conocimientos y enseñanzas a mi formación profesional.

A los agricultores dedicados al cultivo de café en el sector Valencia en el distrito de Jamalca, por la confianza y facilitarme acceder a dichas unidades productoras para tomar datos y evaluar indicadores y lo que sea necesario para el desarrollo de esta tesis.

Wilder Pardo Gonzales

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**DR. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
Rector**

**DR. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
Vicerrector Académico**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
Vicerrectora de Investigación**

**Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERÍ
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación de sustentabilidad de las unidades productoras de café en el sector Valencia, Jamaica, Amazonas; del egresado Wilder Pardo Gonzales de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 20 de Julio del 2022


Firma y nombre completo del Asesor
M.Sc. Javis Emmanuel Veneros Guavara

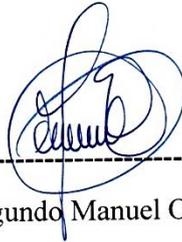


JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ligia Magali García Rosero Ph.D.

Presidente



Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Secretario



Ing. Ms. C. Cesar Guevara Hoyos

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Evaluación de sustentabilidad de las unidades productoras de café en el sector Valancia, Jamaica, Amazonas
presentada por el estudiante ()/egresado (x) *Wilday Pardo Gonzales*
de la Escuela Profesional de *Ingeniería Agrónoma*
con correo electrónico institucional *7492014861@untrm.edu.pe*

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene *11* % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, *23* de *agosto* del *2022*

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 08 de Septiembre del año 2022, siendo las 09:00 horas, el aspirante: Wilder Pardo Gonzales, defiende en sesión pública presencial () a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de sustentabilidad de las unidades productoras de café en el sector Valencia, Tarma, Amazonas, teniendo como asesor a MSc. Jesús Emmanuel Venier Guevara, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ingrid Nagali García Posso

Secretario: Segundo Manuel Oliva Cruz

Vocal: César Guevara Hoyos

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 10:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

DATOS DEL ASESOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	V
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	VI
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	VII
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	VIII
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	IX
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	18
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	18
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	18
2.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	19
2.4 MÉTODOS.....	19
2.5 ANÁLISIS DE DATOS	22
III. RESULTADOS	27
3.1 INDICADORES, ÍNDICE ESPECÍFICO PARA CADA DIMENSIÓN E ÍNDICE GENERAL DE SUSTENTABILIDAD DE LAS UNIDADES PRODUCTORAS DE CAFÉ.....	27
3.2 INDICADORES BAJOS DE SUSTENTABILIDAD Y PLANTEAMIENTO DE MEJORAS SUSTENTABLES PARA LAS UNIDADES PRODUCTORAS DE CAFÉ	33
IV. DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE CADA UNIDAD PRODUCTORA.....	18
TABLA 2 LISTADO DE INDICADORES PARA LAS CUATRO DIMENSIONES DE SUSTENTABILIDAD.....	23
TABLA 3: VALORES OBTENIDOS PARA LOS INDICADORES SOCIALES DE SUSTENTABILIDAD.	33
TABLA 4. VALORES OBTENIDOS PARA LOS INDICADORES AMBIENTALES DE SUSTENTABILIDAD.	35
TABLA 5. VALORES OBTENIDOS PARA LOS INDICADORES ECONÓMICOS DESUSTENTABILIDAD.....	36
TABLA 6. VALORES OBTENIDOS PARA LOS INDICADORES ECONÓMICOS DE SUSTENTABILIDAD.	37
TABLA 7. VALORES OBTENIDOS PARA LOS INDICADORES TÉCNICOS-PRODUCTIVOS DE SUSTENTABILIDAD.	38
TABLA 8. ÍNDICE GENERAL DE SUSTENTABILIDAD PARA CADA DIMENSIÓN Y PARA CADA UNA DE LAS UNIDADES PRODUCTORAS DE CAFÉ EVALUADAS.	40
TABLA 9. MODELO DE ENCUESTA APLICADA EN CAMPO.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTORAS DE CAFÉ QUE FUERON EVALUADAS	18
FIGURA 2. NIVELES DE SUSTENTABILIDAD DE LOS INDICADORES SOCIALES	34
FIGURA 3. NIVELES DE SUSTENTABILIDAD DE LOS INDICADORES AMBIENTALES	36
FIGURA 4. NIVELES DE SUSTENTABILIDAD DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS	37
FIGURA 5. NIVELES DE SUSTENTABILIDAD DE LOS INDICADORES TÉCNICO-PRODUCTIVO	39
FIGURA 6. NIVELES DE SUSTENTABILIDAD DE CADA UNIDAD PRODUCTORA A TRAVÉS DE LAS CUATRO DIMENSIONES EVALUADAS	40
FIGURA 7. APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS EN CAMPO	63
FIGURA 8. VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON MATERIAL DE LA ZONA	63
FIGURA 9. ESTRUCTURA DEL SUELO, CON ESTRUCTURA Y GRADO FUERTE (B), TAMAÑO MEDIO Y MODERADAMENTE CONSISTENTE (A)	64
FIGURA 10. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE COSECHA PARA COMPOSTAJE (IZQUIERDA), COMPOST PRODUCTO DE RESIDUOS DE LA COSECHA ANTERIOR (DERECHA)	65
FIGURA 11. MANEJO INADECUADO DE ENVASES DE AGROQUÍMICOS	65
FIGURA 12. DIVERSIDAD DE ÁRBOLES MADERABLES	66
FIGURA 13. DIVERSIDAD DE PRODUCTOS PARA EL AUTOCONSUMO	66
FIGURA 14. SUBSISTEMA PECUARIO (CRIANZA DE CUYES, CERDOS, GALLINAS, ENTRE OTROS)	67
FIGURA 15. CULTIVO CON COBERTURA VEGETAL (IZQUIERDA), CULTIVO SIN COBERTURA (DERECHA)	67
FIGURA 16. MANEJO POS COSECHA, CARPA SOLAR (IZQUIERDA), TANQUE TINA (DERECHA)	68
FIGURA 17. ANÁLISIS DE SUELO DE LA UNIDAD PRODUCTORA 001	68
FIGURA 18. ANÁLISIS DE SUELO DE LA UNIDAD PRODUCTORA 002	69
FIGURA 19. ANÁLISIS DE SUELO DE LA UNIDAD PRODUCTORA 003	69
FIGURA 20. ANÁLISIS DE SUELO DE LA UNIDAD PRODUCTORA 004	70
FIGURA 21. ANÁLISIS DE SUELO DE LA UNIDAD PRODUCTORA 005	70

RESUMEN

Se realizó la evaluación de sustentabilidad de las unidades productoras de café en el sector Valencia, Jamalca, Amazonas. Para ello se estimó el índice general y específico por cada dimensión de sustentabilidad (social, económica, ambiental y técnico-productivo). Se utilizó un análisis multicriterio y alineados a la propuesta metodológica de Sarandón, (1998). Como resultados, se obtuvo valores para el índice general mayores al valor medio del rango de valores planteados (>2), resaltando el índice general obtenido para las cinco unidades productoras de café evaluadas, es de 2,70 es decir medianamente sustentable. El índice general, derivó de valores de índices específicos siguientes: para la unidad productora uno (1) con un valor de 2,47, unidad productora dos (2) con un valor de 2,75, unidad productora tres (3) con un valor de 2,90, unidad productora cuatro (4) con un valor de 2,60 y finalmente la unidad productora cinco (5), con un valor de 2,80. En razón a los indicadores bajo de sustentabilidad o puntos críticos para la dimensión social se hace hincapié en mejoras para el indicador: D.S.1, en la dimensión ambiental para los indicadores: D.A.8, para la unidad productora tres, D.A.10, para la unidad productora uno, D.A.14, para la unidad productora cuatro, D.A.16, para las unidades productoras cuatro y cinco, así mismo D.A.18, para la unidad productora cuatro. En la dimensión económica se enfatizó en los indicadores: D.E.1, D.E.2, D.E.7 y el indicador D.E.9, de igual manera en los indicadores de la dimensión técnico-productivo: T.P.3, T.P.5, T.P.6, y el indicador T.P.8.

Palabras clave: sustentabilidad, unidades productoras, indicadores, café.

ABSTRACT

The sustainability evaluation of the coffee producing units in the Valencia, Jamalca, Amazonas sector was carried out. For this, the general and specific index was estimated for each dimension of sustainability (social, economic, environmental and technical-productive). A multicriteria analysis was used and aligned to the methodological proposal of Sarandón, (1998). As a result, values were obtained for the general index greater than the average value of the range of values proposed (>2), highlighting the general index obtained for the five coffee producing units evaluated, which is 2,70 that is to say moderately sustainable. The general index was derived from the following specific index values: for the producing unit one (1) with a value of 2,47, producing unit two (2) with a value of 2,75, producing unit three (3) with a value of 2,90, production unit four (4) with a value of 2,60 and finally production unit five (5), with a value of 2,80. Due to the low sustainability indicators or critical points for the social dimension, emphasis is placed on improvements for the indicator: D.S.1, in the environmental dimension for the indicators: D.A.8, for the production unit three, D.A.10, for the unit production unit one, D.A.14, for production unit four, D.A.16, for production units four and five, likewise D.A.18, for production unit four. In the economic dimension, emphasis was placed on the indicators: D.E.1, D.E.2, D.E.7 and the indicator D.E.9, in the same way in the indicators of the technical-productive dimension: T.P.3, T.P.5, T.P.6, and the indicator T.P. 8.

Keywords: sustainability, production units, indicators, coffee.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades más antiguas practicadas por el hombre, empezando con el manejo de algunas especies vegetales, con el propósito de facilitarse la sobrevivencia en la tierra (Gong et al., 2003). Todas estas actividades han ido variando con el pasar del tiempo, principalmente implementando mejores técnicas para obtener una mayor producción con el apoyo de la tecnología que cada día tiene mejoras significativas (Ayala & Garcez, 2018). El cambio climático una gran amenaza para la agricultura en la actualidad, por influencia del ámbito repentino en los factores ambientales (Altieri et al., 2011).

La migración del hombre por todos los continentes del planeta trajo consigo el transporte de diferentes especies de plantas que tienen origen en continentes diferentes (Zizumbo, y García, 2008). Es así como se consigue tener en la actualidad el café, en Sudamérica, y en el Perú no es la excepción (Piloza et al., 2022). Este cultivo se maneja bajo diferentes sistemas de producción, primando mayormente los sistemas agroforestales, es por ello que se busca tener fincas o unidades productoras de café que se enrumben a ser sustentables y sostenibles en el tiempo, solo así se lograría un bienestar equitativo entre el hombre y la naturaleza (Ruiz et al., 2016).

Según el IV Censo Nacional Agropecuario, que se realizó en el año 2012, se logró empadronar a 2 213 506 unidades agropecuarias en todo el país, en la región Amazonas se empadronó a 69 028 unidades agropecuarias, de las cuales en su gran mayoría estas unidades están orientadas a la producción de café, arroz, papa, maíz entre otros cultivos más (INEI, 2012). Cabe resaltar que una unidad agropecuaria se puede definir como: “unidad agropecuaria al terreno o conjunto de terrenos utilizados, total o parcialmente, para la producción agropecuaria incluyendo el ganado, animales menores, conducidos como una unidad económica, por un productor (a) agropecuario (a), sin considerar el tamaño, régimen de tenencia ni condición jurídica del terreno” (INEI, 2014).

La sustentabilidad de fincas cafetaleras o también unidades agropecuarias dedicadas principalmente al cultivo de café como un producto principal, en la actualidad es de suma importancia en el contexto post pandemia, con las complicaciones a acceder a los diferentes mercados nacionales e internacionales (Dilas & Ascurra, 2020). Además se verá mermada en un gran porcentaje la producción nacional, que afectaría la seguridad alimentaria en nuestro país (García et al., 2020). Para agudizar el problema se da la

abrupta subida de los precios de los fertilizantes, es por este motivo que se espera tener una mínima independencia de insumos externos para la producción de cada una de las unidades productoras de nuestro país (Shah et al., 2021).

Se resalta la gran importancia de evaluar y determinar la sustentabilidad en la agricultura, con un único fundamento que la sustentabilidad va más allá de ser una percepción económica con una gran dependencia en la productividad (Escobar, 2020). Por lo contrario está fundamentada en abastecer con alimentos a las generaciones actuales, y a las generaciones futuras, con un mantenido índice de producción y con responsabilidad medioambiental (Figueroa, 2016). La agricultura sustentable es viable interpretarlo como una excelente alternativa de un óptimo rendimiento por un tiempo prolongado (Osorio, 2008).

Para la evaluación de sustentabilidad se consideran diferentes rangos en los indicadores (Altieri y Nicholls, 2000; Cobos, et al., 2021). Mayormente se estima en un rango de 1 a 4, en este caso se puede considerar que un agroecosistema es sustentable cuando el valor obtenido sea mayor a 2 en todas las dimensiones y en el índice general de sustentabilidad (Tejeda et al., 2021). Para contextualizar una agricultura sustentable, es cuando promueve la conservación y la calidad del medio ambiente y de los recursos que son fundamentales para poder desarrollar una agricultura adecuada y sostenible para abastecer de alimentos e insumos para la vida de la humanidad, además debe ser económicamente viable, y contribuir con la mejora de vida de los agricultores y de toda la sociedad en su conjunto (American Society of Agronomy, 1987).

La actividad agrícola orientada a la producción de café, es de suma importancia para el país, ya que es una importante fuente de ingreso para las familias productoras, así como también una amplia fuente de trabajo, que no requiere mano de obra calificada (Barham & Weber, 2012). Este trabajo de investigación se justifica en tener estimaciones de la sustentabilidad de las unidades productoras de café evaluadas, y mediante las cuales se pueda interpretar y analizar estos resultados con una orientación a mejorar los indicadores que son adversos para que todas las unidades productoras sean sustentables.

En esta investigación el objetivo general fue realizar la primera evaluación de sustentabilidad de las unidades productoras de café en el sector Valencia, Jamalca, Amazonas, además de dos objetivos específicos “Estimar el índice general y específico para cada dimensión de sustentabilidad de las unidades productoras de café en el sector

Valencia Jamalca, Amazonas” y finalmente el segundo objetivo específico, “Recomendar mejoras sustentables en función de indicadores bajos de sustentabilidad de las unidades productoras de café”.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

La investigación se realizó en las unidades productoras de café que están ubicadas en el sector Valencia, distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba en la región Amazonas.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de cada unidad productora.

ZONA 17 N		
U.P 1	808369.00 m E	9331884.00 m S
U.P 2	808379.00 m E	9331852.00 m S
U.P 3	808420.00 m E	9332154.00 m S
U.P 4	808316.00 m E	9331735.00 m S
U.P 5	808070.00 m E	9331487.00 m S

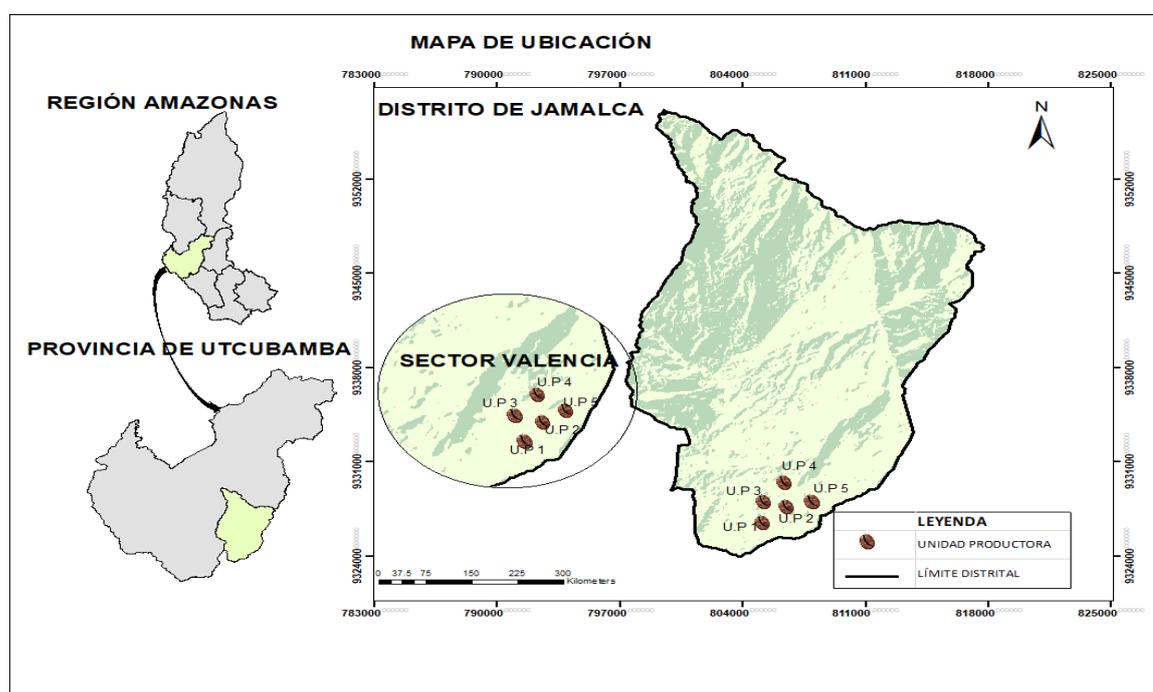


Figura 1. Ubicación de las unidades productoras de café que fueron evaluadas.

2.2 Características del área de estudio

El sector Valencia en el distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba en la región Amazonas, se encuentra ubicado a una altitud promedio de 1700 m.s.n.m., con un clima propicio para el cultivo de café, por la cual todas las familias del lugar están dedicadas a dicha actividad, además de complementar con la crianza de animales menores (gallinas, cuyes, cerdos). Las unidades productoras de café, están a una distancia de 2 horas del caserío Las Piñas, con el único acceso que es un camino de herradura (solo transitable para acémilas de carga y peatonal para personas).

2.3 Población, muestra y muestreo

La investigación se realizó en cinco estudios de caso, que correspondieron a cinco unidades productoras de café de un total de siete unidades productoras que están ubicadas en este sector, dos unidades productoras no se consideraron para el estudio debido a que recién esta en instalación el cultivo principal. Este estudio se realizó alineándonos al principio de jerarquía e importancia de estudios más individuales que puedan detallar valores específicos para cada unidad productora (Giampietro, 1994).

2.4 Métodos

La metodología utilizada para esta investigación fue el uso del método analítico multicriterio (Cinelli et al., 2014).

2.4.1 Metodología para estimar el índice general y específico para cada dimensión de sustentabilidad de las unidades productoras de café

Para esta investigación se utilizó la metodología propuesta por varios autores como: (Márquez & Julca, 2015; Sarandón et al., 2006; Sarandón & Flores, 2009; Valarezo et al., 2020; Zeballos, 2015). Estos investigadores con gran trayectoria en esta área de investigación consideraron una diversidad de macro indicadores, así como indicadores con su respectiva ponderación o valores. Para esta investigación en estas unidades productoras se tomó en cuenta la dimensión social, ambiental, económica y técnico – productivo, todo esto conformado en 12 macro indicadores y 52 indicadores y cada uno de los indicadores con ponderaciones. Los datos fueron recabados mediante medición en campo con la ayuda de encuestas para tomar datos de algunos indicadores. La estimación se llevó a cabo mediante el uso de una encuesta, donde se detalla los indicadores utilizados, así como también los parámetros o ponderaciones para la evaluación, con la clasificación de 1 a 4, donde se consideró los valores de la siguiente manera: 1 no sustentable, 2 medianamente sustentable, 3 altamente sustentable y 4 sustentabilidad ideal (Álvarez & Gómez, 2020). Además, se utilizó el valor intermedio de esta escala (menor a 2), para indicar que por debajo de ésta se consideró que la finca cafetalera en evaluación no está cumpliendo con los requisitos de sustentabilidad.

2.4.1.1 Dimensión social

Se utilizó una encuesta para la medición de todos los indicadores de esta dimensión, como se muestra en los anexos (Jalil et al., 2020).

2.4.1.2 Dimensión ambiental

La estructura del suelo: se determinó mediante una evaluación cuantitativa, que consistió en medir la resistencia a la destrucción, para la cual se utilizó una pala, un recipiente mediano de plástico (balde de 4 litros), bolsas plásticas, y una libreta de apuntes y lápiz. El procedimiento consistió en obtener un cubo de 20 centímetros de suelo con ayuda de una pala y luego se deja caer a una altura de 1 metro sobre una base de plástico (balde de 4 litros) por un máximo de tres veces, y luego se clasificó según los agregados finos con algunos terrones o terrones grandes que se desprendieron (Shepherd et al., 2001).

Los parámetros de textura, nitrógeno, fósforo, potasio, acidez y materia orgánica, fueron determinados mediante un análisis de suelo, para lo cual se envió muestras de suelo al laboratorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Así mismo la pendiente será calculada mediante la diferencia de alturas (punto más alto y más bajo del terreno), con la ayuda de un equipo con ubicación GPS, para la medición de la altura, la fórmula que se utilizó es la siguiente (Skidmore, 1989).

$$P = \frac{h}{dh} \times 100$$

P= pendiente

h = altura

dh = distancia horizontal

Los demás indicadores que están comprendidos en los macro indicadores: recurso agua, manejo ambiental y manejo de la biodiversidad, fueron evaluados usando encuestas o fichas de control, que se dio a través de una inspección en las fincas, donde se tomó la información a detalle de cada uno de los indicadores.

2.4.1.3 Dimensión económica

Todos los indicadores que conforman esta dimensión fueron evaluados a través de una encuesta guiada a los representantes de cada unidad productora.

2.4.1.4 Dimensión técnico – productivo

Los indicadores como calidad de semilla y plan de manejo integrado de plagas y enfermedades, fueron consultados a los representantes de cada unidad productora, y en el caso de vigor del cultivo y variedades de café se evaluó por parte del investigador. El indicador de incidencia de plagas y enfermedades se evaluó utilizando una cartilla de

evaluación acorde con lo requerido y en cada una de las unidades productoras de café, esta acción se realizó debido a que los productores no ponen en práctica dicha evaluación, principalmente por falta de conocimiento (falta de capacitaciones en este aspecto). Los seis indicadores que conforman el macro – indicador, medidas de protección, fueron evaluados haciendo uso de una encuesta guiada en cada una de las unidades productoras, es decir en el mismo lugar donde se realizó la investigación, además los datos brindados por los agricultores fueron constatados, para tener mayor precisión con las respuestas que brindaron.

2.4.2 Metodología para recomendar mejoras sustentables en función de indicadores bajos de sustentabilidad de las unidades productoras de café

Para determinar los indicadores bajos de sustentabilidad, se analizó los datos obtenidos de los indicadores de cada una de las unidades productoras de café, los cuales permiten detectar los indicadores bajos de sustentabilidad que comprometen o atentan la sustentabilidad de las unidades productoras de café del sector Valencia en el distrito de Jamalca. Los puntos críticos son la diferencia entre el valor ideal (4) y el valor real obtenido, mientras más amplio es el margen del valor real obtenido para alcanzar el valor ideal, más insustentable o más crítico se considera a este indicador (Sarandón & Flores, 2009). Además para tener un mejor análisis se tomó las recomendaciones de algunos investigadores con gran experiencia en esta área de investigación (Barrantes et al., 2018; Camacho et al., 2019), con lo cual se realizó por medio de la metodología del biograma donde se realizó una representación gráfica de los resultados a través del gráfico de tipo ameba o gráfico de telaraña, en el cual cada radio o eje representa un valor o ponderación, en esta investigación las ponderaciones para cada indicador que fue evaluado está en el rango de 1 a 4 (Robert et al., 2005). En el gráfico se visualiza claramente que los indicadores bajos de sustentabilidad son los más alejados del borde del valor ideal de sustentabilidad que será el borde del eje 4. Esta metodología del biograma se sustenta en una visión multidimensional resultante de la interacción de las dimensiones de sustentabilidad, mediante el gráfico de telaraña se resume y refleja más adecuadamente el grado de sustentabilidad de la finca, así como los indicadores bajos de sustentabilidad que se logró determinar y para posteriormente proponer soluciones adecuadas a los indicadores bajos de sustentabilidad (Sepúlveda, 2005).

A partir del diagnóstico realizado y haber determinado la sustentabilidad de las unidades productoras de café, así como haber identificado los puntos críticos, se procedió a

proponer medidas de solución basadas en estrategias de gestión que se estableció como un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en un tiempo preestablecido para poder solucionar los puntos críticos que se determinó previamente (Di Ludovico & Fabietti, 2018).

Para el plan de mejora que se planteó luego de haber determinado los puntos críticos de sustentabilidad, esta detallado según el tiempo recomendado para la ejecución de cada una de las propuestas o estrategias de solución que se plantea (Béné et al., 2019). Además, detallando cuales son las instituciones que se deben involucrar durante la ejecución de dichas estrategias, así mismo como la participación activa de las familias responsables de manejar o propietarias de estas unidades productoras de café. Se tomó en cuenta algunos puntos fundamentales para plantear estas propuestas de corrección (Sarandón & Flores, 2009):

- ❖ Los indicadores involucrados
- ❖ Los objetivos que se plantea alcanzar
- ❖ Estrategias apropiadas
- ❖ Ejecución de estrategias (corto, mediano y largo plazo)
- ❖ Instituciones involucradas

Mediante la implementación de estas propuestas se espera que estas unidades productoras de café alcancen la sustentabilidad, y superar los problemas que suelen estar presentes en las unidades productoras cuando no son mínimamente sustentables, y agravando la situación están los efectos directos e indirectos de la actual pandemia, y el alza descomunal de los insumos externos utilizados en la agricultura (Kassegn & Endris, 2021).

2.5 Análisis de datos

El procesamiento de datos para obtener los resultados propuestos como objetivos, se realizaron mediante el Software de hojas de cálculo Microsoft Excel, de las cuatro dimensiones: dimensión social, dimensión ambiental, dimensión económica y dimensión técnico-productivo. Para este análisis se usó las fórmulas que se señalan más adelante, en base a los macro indicadores e indicadores señalados en la **tabla 2**.

Tabla 2. listado de indicadores para las cuatro dimensiones de sustentabilidad.

Dimensión	Macro indicador	Indicador			
Social	A	Condiciones sociales	A1	Acceso a programas de asistencia social	
			A2	Capacitaciones	
			A3	Conciencia ecológica	
			A4	Mano de obra	
			A5	Igualdad de género en mano de obra	
			A6	Organización campesina	
			A7	Grado de instrucción	
	B	Satisfacción de necesidades básicas	B1	Servicios básicos	
			B2	Estado de la vivienda	
			B3	Nivel de pobreza (SISFOH)	
	Ambiental	A	Características físicas del suelo	A1	Estructura del suelo
				A2	Textura del suelo
				A3	Pendiente predominante
		B	Recurso agua	A1	Consumo humano
A2				Uso para riego	
C		Manejo ambiental	A1	Manejo de aguas mieles	
			A2	Disposición de residuos de cosecha	
			A3	Manejo de envases de agroquímicos	
			A4	Abonos - fertilizantes	
D		Manejo de la biodiversidad	B1	Área de zonas de conservación circundantes	
			B2	Arboles maderables	
			B3	Régimen de tenencia de la tierra	
			B4	Biodiversidad vegetal	
E		Fertilidad del suelo	C1	Nitrógeno total	
	C2		Fósforo disponible		
	C3		Potasio de cambio		
	C4		Acidez		
	C5		Materia orgánica		
Económica	A	Soberanía alimentaria	A1	Diversidad de productos	

		A2	Autoconsumo
		A3	Ingreso mensual
		A4	Subsistema pecuario
		B1	Diversidad de ventas
		B2	Tipo de mercado
		B3	Vías de comercialización
	B	B4	Facilidad de créditos
		B5	Dependencia de insumos externos
		B6	Asistencia técnica
		C1	Calidad física del café
	C	C2	Rentabilidad de la finca
		C3	Rendimiento
			Beneficio - costo
		A1	Vigor del cultivo
		A2	Variedades de café
		A3	Calidad de semillas
	A	A4	Salud del cultivo
			Incidencia de plagas y enfermedades
		A5	Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE)
		B1	Mitigación de erosión
		B2	Tipo de tecnología
		B3	Cobertura vegetal sobre el suelo
	B	B4	Medidas de protección
			Vegetación circundante
		B5	Tipo de riego
		B6	Manejo pos cosecha

**Técnico
productivo**

Dimensión social

Para calcular esta dimensión se tomó en cuenta las recomendaciones de Márquez & Julca, (2015); Sarandón et al., (2006), que es dar el doble de peso al macro indicador de satisfacción de necesidades básicas, con lo cual la fórmula quedo definida de la siguiente manera:

$$D.S. = \frac{2((A1+A2+2A3+A4+A5+A6+2A7) /9) + ((2B1+B2+2B3) /5)}{3}$$

Dimensión ambiental

Para calcular la dimensión ambiental se asignó el doble de peso al indicador de materia orgánica (C5) debido que es un principio fundamental del manejo sostenible, que este recurso devuelva al suelo el carbono orgánico y los nutrientes que se extraen durante todas las etapas de producción, además brinda grandes beneficios químicos, físicos y biológicos en el suelo (Julca et al., 2006). La fórmula matemática que se determinó para calcular la dimensión ambiental es la siguiente:

$$D.A. = \frac{((A1+A2+A3) /3) + ((B1+B2) /2) + ((C1+C2+C3+C4) /4) /6) + ((D1+D2+D3+D4) /4) + ((E1+E2+E3+E4+2E5) /6)}{5}$$

Dimensión económica

La rentabilidad de la finca cafetalera (C) se consideró como el macro indicador de mayor importancia, debido al sistema productivo que está orientado a producir café con la finalidad de lograr calidad de exportación, entonces se le otorgó el doble del peso, que a los demás macro indicadores, al igual que a los indicadores: diversidad de productos (A1) y autoconsumo (A2), que se considera fundamental por la cual se asignó el doble de peso (Márquez & Julca, 2015). Para esta dimensión se utilizó la siguiente fórmula:

$$D.E. = \frac{((2A1+2A2+A3+A4) /6) + ((2B1+B2+B3+B4+2B5+B6) /8) + 2((C1+C2+C3) /3)}{4}$$

Dimensión técnico - productivo

La dimensión técnico – productivo se determinó otorgando el mismo peso a todos los indicadores (Márquez & Julca, 2015; Márquez et al., 2016a), con la siguiente fórmula:

$$D.T-P = \frac{((A1+A2+A3+A4+A5) /5) + ((B1+B2+B3+B4+B5+B6) /6)}{2}$$

Índice general de sustentabilidad

Para determinar el índice general de sustentabilidad (I.G.S), se definió una fórmula en base a las investigaciones de algunos autores con amplio conocimiento en el área de sustentabilidad como Altieri & Nicholls, (2002); Márquez et al., (2016b); Sarandón et al., (2006), usando esta fórmula se brindó el mismo peso a las cuatro dimensiones debido que para lograr una adecuada sustentabilidad las cuatro dimensiones deben tener la misma importancia y por lo cual se otorgó el mismo valor, por lo tanto la fórmula es la siguiente:

$$\text{I.G.S.} = \frac{\text{D.S.} + \text{D.A.} + \text{D.E.} + \text{D.T-P}}{4}$$

4

III. RESULTADOS

3.1 Indicadores, índice específico para cada dimensión e índice general de sustentabilidad de las unidades productoras de café

En función a la metodología planteada, se calculó las dimensiones y el índice general de sustentabilidad haciendo uso de las fórmulas descritas en la metodología, resultando de la siguiente manera:

Unidad productora N°. 1:

Dimensión social (D.S):

$$= \frac{2((2+4+2 \times 3+2+3+4+2 \times 2)/9) + ((2 \times 2+3+2 \times 2)/5)}{3} = 2,59$$

Para esta dimensión se observó que todos los indicadores obtuvieron un valor medio a mas, es decir igual o mayor a dos, al igual que el resultado final por lo tanto la dimensión social de la unidad productora 1 es medianamente sustentable.

Dimensión ambiental (D.A):

$$= \frac{((3+2+3)/3) + ((3+4)/2) + ((4+4+3+2)/4) + ((1+3+4+2)/4) + ((3+2+4+4+2 \times 2)/6)}{5} = 2,95$$

A pesar de haber logrado un valor medianamente sustentable de 2,95, en un rango de intervalo de valores de 1 a 4, donde el valor ideal es cuatro, también se presentó en esta dimensión un indicador crítico con un valor uno que es muy bajo a ser tomado en cuenta.

Dimensión económica (D.E):

$$= \frac{((2 \times 1+2 \times 1+2+2)/6) + ((2 \times 2+2+1+3+2 \times 1+4)/8) + 2((3+3+2)/3)}{4} = 2,17$$

La dimensión económica para la unidad productora uno, obtuvo un valor medianamente sustentable, es decir de 2,17, que no es un valor adecuado de sustentabilidad, este resultado es producto de cuatro indicadores bajos de sustentabilidad, estos indicadores alcanzaron el valor mínimo (1).

Dimensión técnico-productivo (D.T-P):

$$= \frac{((3+2+1+3+1)/5)+((1+2+2+2+3+4)/6)}{2} = 2,17$$

En el caso de esta dimensión, los resultados son un reflejo de algunas adecuadas e inadecuadas acciones de manejo de la unidad productora, que puede ser por conocimiento o desconocimiento de los agricultores. Como se muestra en la fórmula para esta dimensión se presentó tres indicadores bajos de sustentabilidad, para los cuales se propone estrategias de mejora, y el resultado final esté más cerca al valor ideal que sería cuatro (4).

$$\text{Índice general de sustentabilidad(I.G.S)} = \frac{(2.59+2.95+2.17+2.17)}{4} = 2,47$$

Con este resultado de 2,47 se concluye que la unidad productora uno logró alcanzar un valor medianamente sustentable, por haber superado el valor medio (2), además de tener un valor superior a dos en las cuatro dimensiones.

Unidad productora N°. 2:

Dimensión social (D.S):

$$= \frac{2((1+4+2x2+2+4+4+2x3)/9)+((2x2+3+2x2)/5)}{3} = 2,59$$

A excepción del primer indicador que arrojó un valor mínimo, los demás están con valores igual o mayor a dos, considerando al resultado final como medianamente sustentable, pero con ciertas brechas por mejorar para que se alcance el valor ideal de sustentabilidad para esta dimensión.

Dimensión ambiental (D.A):

$$= \frac{((3+4+2)/3) + ((3+4)/2) + ((4+4+3+2)/4) + ((2+4+4+2)/4) + ((3+2+3+2+2x3)/6)}{5}$$
$$= 3,08$$

La dimensión ambiental para esta unidad productora logró el mejor de los resultados con un valor sobresaliente mayor a 3, con lo cual se consideró altamente sustentable. Además, se resalta que todos los indicadores mostraron valores de dos a más, pero siempre se tiene presente indicadores con potencial para ser mejorados y alcanzar el valor ideal.

Dimensión económica (D.E):

$$= \frac{((2 \times 1 + 2 \times 1 + 4 + 2)/6) + ((2 \times 3 + 2 + 1 + 3 + 2 \times 1 + 4)/8) + 2((4 + 4 + 3)/3)}{4} = 2,81$$

El resultado de 2,81 obtenido para esta dimensión mostró un nivel medianamente sustentable, a pesar de tener cuatro indicadores que obtuvieron un valor crítico (1). Los indicadores que obtuvieron un valor bajo son considerados como puntos críticos, para los cuales se plantea estrategias de mejora.

Dimensión técnico-productivo (D.T-P):

$$= \frac{((3 + 3 + 1 + 4 + 1)/5) + ((2 + 2 + 2 + 3 + 3 + 4)/6)}{2} = 2,53$$

Para esta dimensión se obtuvo un valor de sustentabilidad de 2,53, y con tan solo dos indicadores que obtuvieron un valor mínimo (1), y dos indicadores que por su lado obtuvieron el valor ideal (4), los cuales ayudan a fortalecer a esta dimensión.

$$\text{Índice general de sustentabilidad (I.G.S):} = \frac{(2.59 + 3.08 + 2.81 + 2.53)}{4} = 2,75$$

Por último, el índice general de sustentabilidad para esta unidad productora dos, fue mayor al valor medio (>2), por lo tanto, esta unidad productora se considera medianamente sustentable. Resaltando que la dimensión ambiental de esta unidad productora obtuvo el valor más alto de todas las dimensiones consideradas para esta unidad productora.

Unidad productora N°. 3:

Dimensión social (D.S):

$$= \frac{2((1 + 4 + 2 \times 3 + 2 + 4 + 4 + 2 \times 2)/9) + ((2 \times 2 + 3 + 2 \times 2)/5)}{3} = 2,59$$

La dimensión social, en este caso mostró tan solo un indicador crítico, es decir que obtuvo el valor mínimo (1), y como resultado a nivel de toda la dimensión, si alcanzó un nivel de sustentabilidad con un valor de 2,59.

Dimensión ambiental (D.A):

$$= \frac{((4 + 2 + 2)/3) + ((3 + 4)/2) + ((4 + 4 + 1 + 2)/4) + ((3 + 4 + 4 + 3)/4) + ((3 + 2 + 2 + 2 + 2 \times 3)/6)}{5}$$

= 2,98

El valor obtenido como resultado para esta dimensión indica que es medianamente sustentable, no obstante, se encontró un indicador con un valor bajo de sustentabilidad (1), para el cual se plantea estrategias que contribuyen a la mejora del nivel de sustentabilidad de esta dimensión.

Dimensión económica (D.E):

$$= \frac{((2 \times 2 + 2 \times 1 + 4 + 3)/6) + ((2 \times 3 + 2 + 1 + 4 + 2 \times 2 + 4)/8) + 2((4 + 4 + 4)/3)}{4} = 3,20$$

Con el resultado obtenido de 3,20 esta dimensión fue la que obtuvo el valor más alto de todas las unidades productoras, es decir es altamente sustentable. A pesar de ser la dimensión con el mayor valor, se muestra que obtuvo valores mínimos para dos indicadores, para los cuales se plantea estrategias sustentables de mejora.

Dimensión técnico-productivo (D.T-P):

$$= \frac{((4 + 4 + 1 + 4 + 1)/5) + ((2 + 3 + 2 + 3 + 3 + 4)/6)}{2} = 2,82$$

Se obtuvo un resultado de 2,82 para esta dimensión, por lo tanto, es considerada medianamente sustentable la dimensión técnico-productivo de la unidad tres, con algunos indicadores bajos por mejorar a corto, mediano y largo plazo.

$$\text{Índice general de sustentabilidad (I.G.S)} = \frac{(2.59 + 2.98 + 3.20 + 2.82)}{4} = 2,90$$

El resultado que se obtuvo para el índice general de la unidad productora tres, es ampliamente superior al valor medio, demostrando un nivel aceptable de sustentabilidad para esta unidad productora.

Unidad productora N°. 4:

Dimensión social (D.S):

$$= \frac{2((2 + 4 + 2 \times 3 + 2 + 3 + 4 + 2 \times 2)/9) + ((2 \times 3 + 3 + 2 \times 2)/5)}{3} = 2,72$$

Con el valor final obtenido de 2,72, esta dimensión es considerada medianamente sustentable, además resaltando la nula presencia de indicadores críticos.

Dimensión ambiental (D.A):

$$= \frac{((3 + 2 + 3)/3) + ((3 + 4)/2) + ((4 + 4 + 3 + 2)/4) + ((2 + 3 + 4 + 2)/4) + ((1 + 2 + 1 + 2 + 2 \times 1)/6)}{5}$$
$$= 2,70$$

A pesar de haber obtenido un valor aceptable de sustentabilidad de 2,70, se mostró en esta dimensión la presencia de tres indicadores con valores mínimos (1). Estos indicadores son parte de los puntos críticos tomados en cuenta para el planteamiento de mejoras sustentables.

Dimensión económica (D.E):

$$= \frac{((2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 2)/6) + ((2 \times 3 + 2 + 1 + 3 + 2 \times 1 + 4)/8) + 2((3 + 4 + 3)/3)}{4} = 2,60$$

Esta dimensión tal como se muestra es una de las que obtuvo un mayor número de indicadores bajos de sustentabilidad, al obtener valores mínimos. Contrario a ello, si alcanzó el nivel medianamente sustentable con un valor de 2,60.

Dimensión técnico-productivo (D.T-P):

$$= \frac{((3 + 3 + 1 + 4 + 1)/5) + ((1 + 3 + 1 + 2 + 3 + 4)/6)}{2} = 2,37$$

Esta dimensión si logró alcanzar el nivel aceptable de sustentabilidad, pero con uno de los valores más bajos, debido a presentar cuatro indicadores con valores mínimos, para los cuales se plantea estrategias de mejoras sustentables.

$$\text{Índice general de sustentabilidad (I.G.S)} = \frac{(2.72 + 2.70 + 2.60 + 2.37)}{4} = 2,60$$

El resultado obtenido para el índice general, muestra un nivel medianamente sustentable, para la unidad productora cuatro, con un valor de 2,60.

Unidad productora N°. 5:

Dimensión social (D.S):

$$= \frac{2((2 + 4 + 2 \times 3 + 2 + 3 + 4 + 2 \times 2)/9) + ((2 \times 2 + 3 + 2 \times 2)/5)}{3} = 2,59$$

Además de haber alcanzado un nivel sustentable, la importancia de esta dimensión se fundamenta en no contar con indicadores críticos, de igual manera se enfoca en el planteamiento de mejoras para alcanzar un mejor nivel de sustentabilidad.

Dimensión ambiental (D.A):

$$= \frac{((4 + 2 + 3)/3) + ((3 + 4)/2) + ((4 + 4 + 3 + 2)/4) + ((4 + 2 + 4 + 2)/4) + ((3 + 2 + 1 + 2 + 2 \times 3)/6)}{5}$$

$$= 3,02$$

Esta dimensión obtuvo uno de los valores más altos de sustentabilidad de todas las unidades productoras evaluadas, sobresaliendo con un valor de 3,02 que se consideró altamente sustentable. Además, se muestra la presencia de solamente un indicador crítico, para el cual se plantea estrategias de mejora.

Dimensión económica (D.E):

$$= \frac{((2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 3)/6) + ((2 \times 3 + 2 + 1 + 3 + 2 \times 1 + 4)/8) + 2((4 + 4 + 4)/3)}{4} = 2,98$$

A pesar de tener cuatro indicadores con valores mínimos, esta dimensión logró obtener un valor de 2,98, lo cual demuestra un nivel medianamente sustentable, por haber superado el valor medio establecido (>2).

Dimensión técnico-productivo (D.T-P):

$$= \frac{((4 + 3 + 1 + 4 + 1)/5) + ((2 + 3 + 1 + 3 + 3 + 4)/6)}{2} = 2,63$$

El resultado obtenido hace que esta dimensión sea considerada medianamente sustentable, no obstante, cuenta con tres indicadores críticos, que disminuyeron ligeramente el nivel de sustentabilidad de esta dimensión, como se detalla en el resultado.

$$\text{Índice general de sustentabilidad (I.G.S)} = \frac{(2.59 + 3.02 + 2.98 + 2.63)}{4} = 2,80$$

El índice general de sustentabilidad de la unidad productora cinco, obtuvo un valor de 2,80, un valor considerable para afirmar que esta unidad productora está dentro del nivel medio de sustentabilidad, pero con algunos indicadores por mejorar, con miras a alcanzar el valor ideal de sustentabilidad.

3.2 Indicadores bajos de sustentabilidad y planteamiento de mejoras sustentables para las unidades productoras de café

Los indicadores bajos en sustentabilidad o puntos críticos de sustentabilidad, son la diferencia entre el valor ideal (4), y el valor obtenido durante la evaluación en cada unidad productora, mientras más distante este el valor obtenido del valor ideal (4), se considera como un indicador bajo en sustentabilidad o punto crítico (Sarandón & Flores, 2009).

Dimensión social (D.S.):

Los indicadores que conforman esta dimensión obtuvieron diversos valores, para cada una de las unidades productoras. Algunos indicadores sobresalen al haber obtenido el valor ideal (4), para todas las unidades productoras como son los indicadores D.S.2, y D.S.6, por el contrario, el indicador con valor más bajo fue el D.S.1, incluso logrando algunos valores mínimos para las unidades productoras dos y tres respectivamente, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3. Valores obtenidos para los indicadores sociales de sustentabilidad.

Indicadores sociales		Uds. productoras de café y sus respectivas ponderaciones				
		1	2	3	4	5
Acceso a programas de asistencia social	DS1	2	1	1	2	2
Capacitaciones (por cada año)	DS2	4	4	4	4	4
Conciencia ecológica	DS3	3	2	3	3	3
Mano de obra	DS4	2	2	2	2	2
Igualdad de género en mano de obra	DS5	3	4	4	3	3
Organización campesina	DS6	4	4	4	4	4
Grado de instrucción	DS7	2	3	2	2	2
Servicios básicos	DS8	2	2	2	3	2
Estado de la vivienda	DS9	3	3	3	3	3
Nivel de pobreza	DS10	2	2	2	2	2

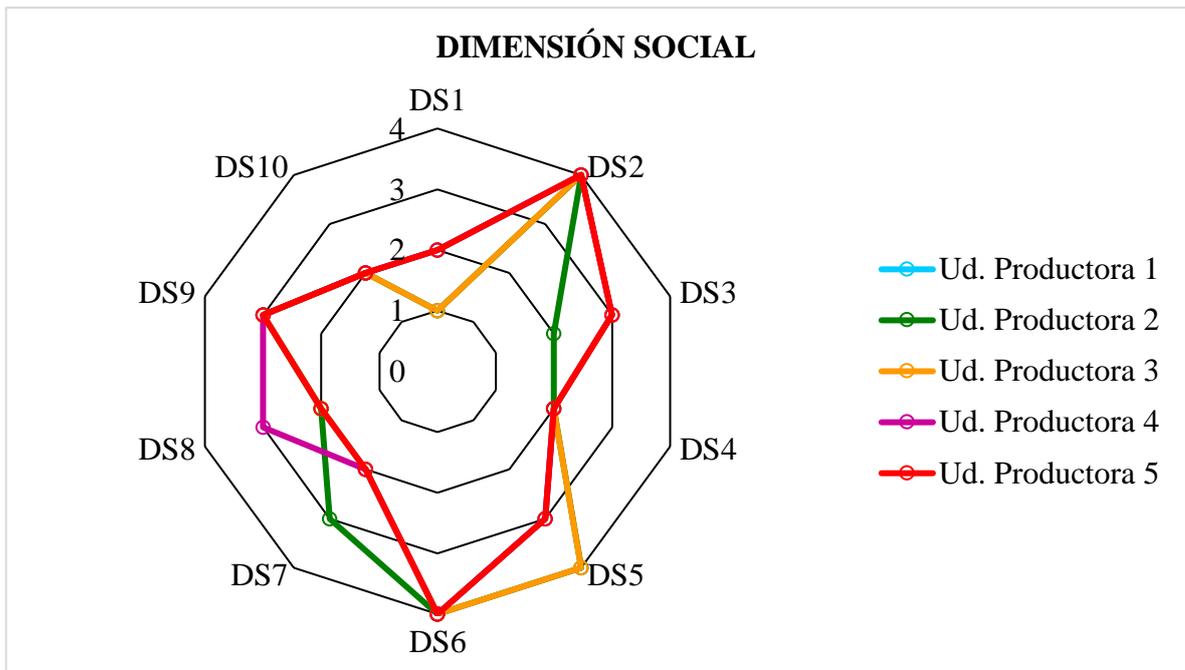


Figura 2. Niveles de sustentabilidad de los indicadores sociales (fusión en el diagrama por la igualdad de valores de la unidad uno con la unidad productora 5, denotado por la línea de color rojo).

Mediante el gráfico tipo ameba, detallado en la figura 2, se muestra los niveles que alcanzan cada uno de los indicadores que forman parte de la dimensión social. Los niveles están determinados según el valor alcanzado que es de 1 al 4, donde el borde 4, es el valor ideal de sustentabilidad que lograron alcanzar algunos indicadores, y el indicador que este más distante del eje 4, es considerado uno de los indicadores críticos de sustentabilidad, para el cual se plantea estrategias de mejora sustentable.

Dimensión ambiental (D.A):

Esta dimensión es la que logró el mayor número de indicadores, por lo tanto, los resultados son mucho más diversos. Así mismo se logró obtener excelentes valores para los indicadores D.A.5, D.A.6, D.A.7 y D.A.12, los cuales contribuyen a obtener un alto nivel de sustentabilidad a nivel de dimensión. Contrario a lo descrito anteriormente, también se presenta algunos indicadores críticos, es decir con valores mínimos (1), como son: D.A.8, en unidad productora tres, D.A.10, para la unidad productora uno, D.A.14 para la unidad productora cuatro, D.A.16 para las unidades productoras cuatro y cinco y finalmente el indicador D.A.18 para la unidad productora cuatro. Los resultados en general se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Valores obtenidos para los indicadores ambientales de sustentabilidad.

Indicadores ambientales		Uds. productoras de café y sus respectivas ponderaciones				
		1	2	3	4	5
Estructura del suelo	D.A1	3	3	4	3	4
Textura del suelo	D.A2	2	4	2	2	2
Pendiente predominante	D.A3	3	2	2	3	3
Consumo humano	D.A4	3	3	3	3	3
Uso para riego	DA5	4	4	4	4	4
Manejo de aguas mieles	D.A6	4	4	4	4	4
Disposición de residuos de cosecha	D.A7	4	4	4	4	4
Manejo de envases de agroquímicos	D.A8	3	3	1	3	3
Abono - fertilizante	D.A9	2	2	2	2	2
Área de zonas de conservación circundantes	D.A10	1	2	3	2	4
Arboles maderables	D.A11	3	4	4	3	2
Régimen de tenencia de la tierra	D.A12	4	4	4	4	4
Biodiversidad vegetal	D.A13	2	2	3	2	2
Nitrógeno total	D.A14	3	3	3	1	3
Fósforo disponible	D.A15	2	2	2	2	2
Potasio de cambio	D.A16	4	3	2	1	1
Acidez	D.A17	4	2	2	2	2
Materia orgánica	D.A18	2	3	3	1	3

Los valores obtenidos para todos los indicadores ambientales descritos en la tabla anterior (tabla 4), se detalla de mejor maneja en un gráfico tipo ameba o telaraña, donde se muestra de manera detallada los niveles de sustentabilidad que alcanza cada uno de los indicadores, siempre considerando al eje 4, como el valor ideal, y al eje 1, como el valor mínimo que conlleva a considerar a dicho indicador como crítico. Los niveles obtenidos de todos los indicadores ambientales de las cinco unidades productoras evaluadas se muestran en el siguiente gráfico:

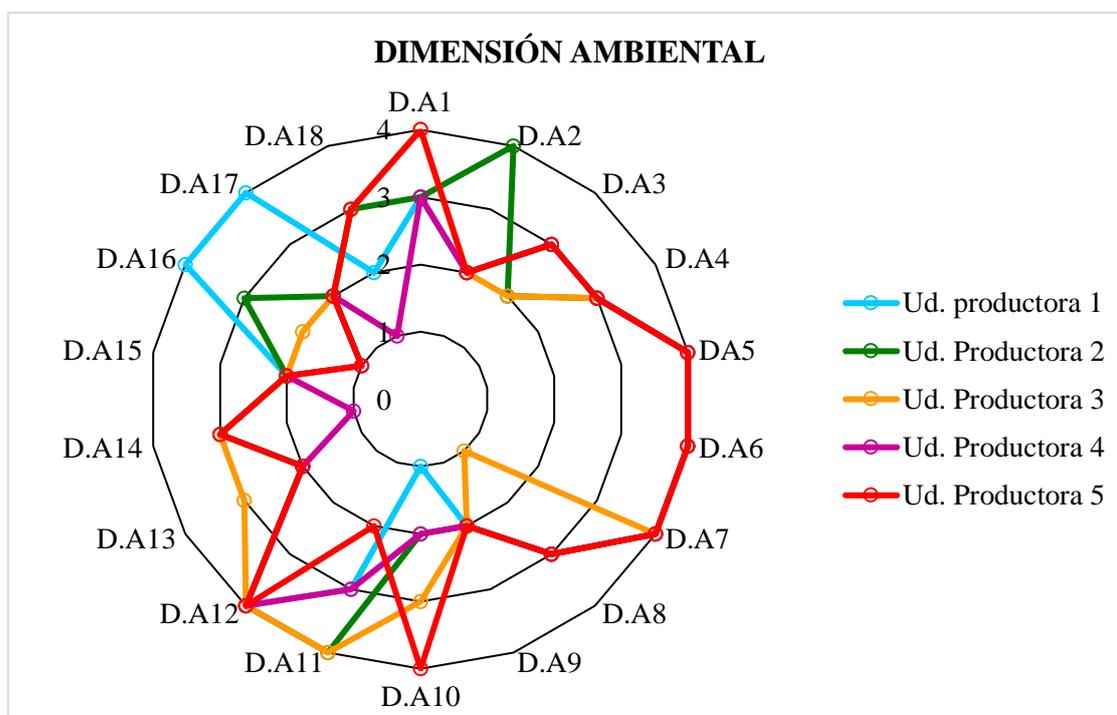


Figura 3. Niveles de sustentabilidad de los indicadores ambientales.

Dimensión económica (D.E):

Para esta dimensión se alcanzó resultados con valores bajos para algunos indicadores, a los cuales se consideró como indicadores críticos, como son los indicadores D.E.1, D.E.2, D.E.7 y D.E.9, para los cuales se plantea algunas estrategias de mejora, con miras a mejorar el nivel de sustentabilidad para esta dimensión. Además, se muestra algunos indicadores con valores ideales, o altos, como los indicadores D.E.10, D.E.11 y D.E.12, los cuales contribuyen positivamente a la dimensión económica.

Tabla 5. Valores obtenidos para los indicadores económicos de sustentabilidad.

Indicadores económicos		Uds. productoras de café y sus respectivos valores				
		1	2	3	4	5
Diversidad de productos (para venta)	D.E1	1	1	2	1	1
Autoconsumo	D.E2	1	1	1	1	1
Ingreso mensual (nuevos soles)	D.E3	2	4	4	3	3
Subsistema pecuario	D.E4	2	2	3	2	3
Diversidad de ventas	D.E5	2	3	3	3	3
Tipo de mercado	D.E6	2	2	2	2	2

Tabla 6. Valores obtenidos para los indicadores económicos de sustentabilidad.

Vías de comercialización	D.E7	1	1	1	1	1
Facilidad de créditos	D.E8	3	3	4	3	3
Dependencia de insumos externos	D.E9	1	1	2	1	1
Asistencia técnica	D.E10	4	4	4	4	4
Calidad física del café	D.E11	3	4	4	3	4
Rendimiento (qq/ha)	D.E12	3	4	4	4	4
Costo - beneficio	D.E13	2	3	4	3	4

En el siguiente gráfico tipo ameba, se detalla de manera gráfica y de fácil interpretación visual, los niveles de sustentabilidad que alcanzaron cada uno de los indicadores económicos evaluados para las cinco unidades productoras de café. En el gráfico también se resalta valores óptimos (eje 4), así como también valores mínimos (eje 1), para algunos indicadores.

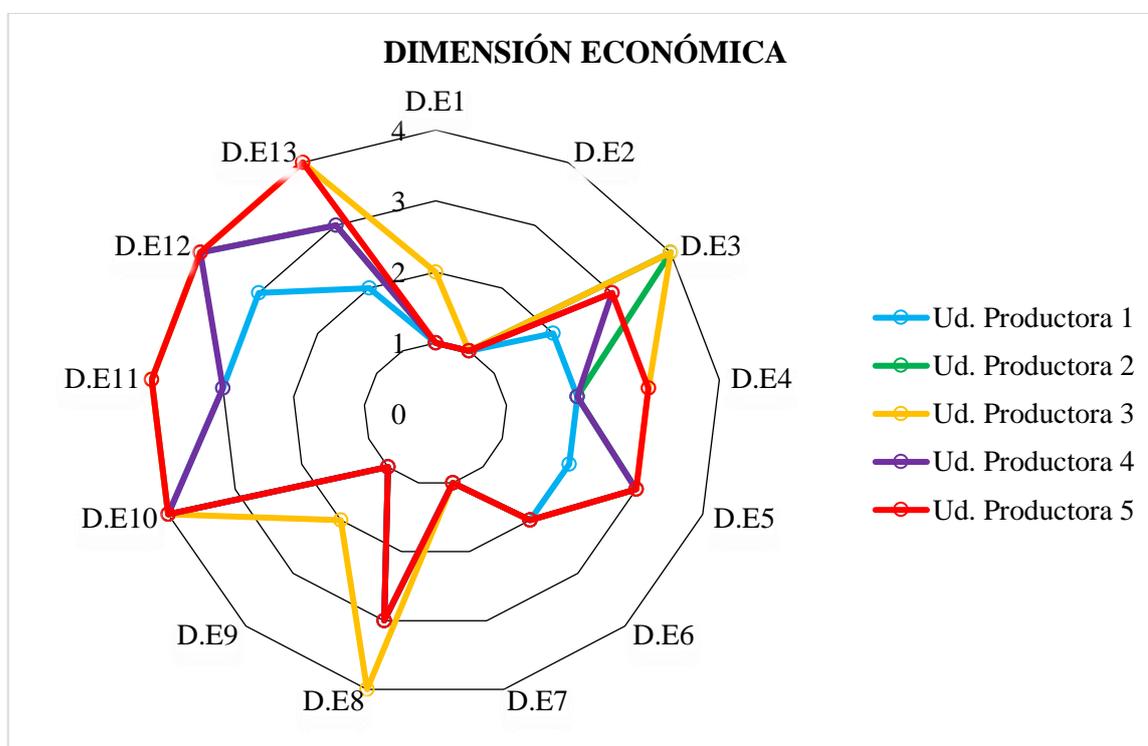


Figura 4. Niveles de sustentabilidad de los indicadores económicos.

Dimensión técnico-productivo (D.T-P):

Como resultado se obtuvo valores diversos para cada uno de los indicadores que están agrupados en esta dimensión. Se encontró algunos indicadores críticos es decir con

valores bajos de sustentabilidad, estos son: TP3, TP5 y el TP8, este último para las unidades productoras cuatro y cinco, así mismo algunos indicadores con resultados óptimos (valores de 4), como son los indicadores TP4 y TP11, los cuales elevan el nivel de sustentabilidad de esta dimensión.

Tabla 7. Valores obtenidos para los indicadores técnicos-productivos de sustentabilidad.

Indicadores técnicos-productivos		Uds. productoras de café y sus respectivos valores				
		1	2	3	4	5
Vigor del cultivo	TP1	3	3	4	3	4
Variedades de café	TP2	2	3	4	3	3
Calidad de semillas	TP3	1	1	1	1	1
Incidencia de plagas y enfermedades	TP4	3	4	4	4	4
Manejo integrado de plagas y enfermedades	TP5	1	1	1	1	1
Mitigación de erosión	TP6	1	2	2	1	2
Tipo de tecnología	TP7	2	2	3	3	3
Cobertura vegetal sobre el suelo	TP8	2	2	2	1	1
Vegetación circundante	TP9	2	3	3	2	3
Tipo de riego	TP10	3	3	3	3	3
Manejo pos cosecha	TP11	4	4	4	4	4

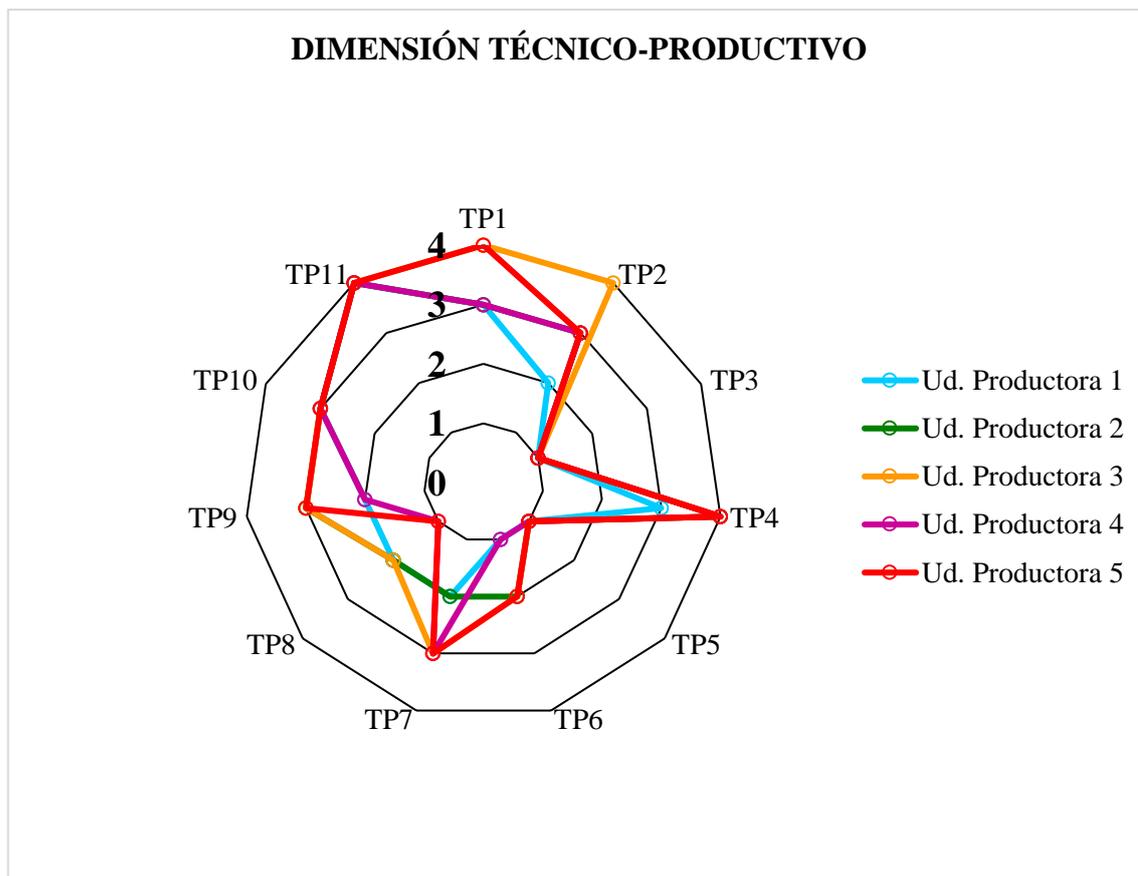


Figura 5. Niveles de sustentabilidad de los indicadores técnico-productivo.

Mediante el gráfico detallado en la figura 5, se muestra los resultados obtenidos a través del nivel de sustentabilidad en base a los valores que alcanzaron cada una de los indicadores que conforman la dimensión técnico-productivo, donde se visualiza algunos indicadores alcanzando el valor ideal que está orientado por el eje 4, así como también algunos indicadores bien distantes de este eje ideal, que son los indicadores críticos, por haber alcanzado un valor de uno (1).

Índice general de sustentabilidad de las unidades productoras de café evaluadas:

Finalmente se muestra los valores que alcanzaron en promedio para cada una de las dimensiones, por cada una de las unidades productoras evaluadas, resaltando que, para todas las unidades productoras, se alcanzó un valor mayor al valor medio (>2), en las cuatro dimensiones, el cual indica un nivel aceptable de sustentabilidad para cada una de las unidades productoras de café que formaron parte de esta investigación.

Tabla 8. Índice general de sustentabilidad para cada dimensión y para cada una de las unidades productoras de café evaluadas.

Unidades productoras evaluadas		Dimensiones				Índice general
		Social	Ambiental	Económica	Técnico productivo	
Unidad productora 1	UP1	2,59	2,95	2,17	2,17	2,47
Unidad productora 2	UP2	2,59	3,08	2,81	2,53	2,75
Unidad productora 3	UP3	2,59	2,98	3,20	2,82	2,90
Unidad productora 4	UP3	2,72	2,70	2,60	2,37	2,60
Unidad productora 5	UP5	2,59	3,02	2,98	2,63	2,80

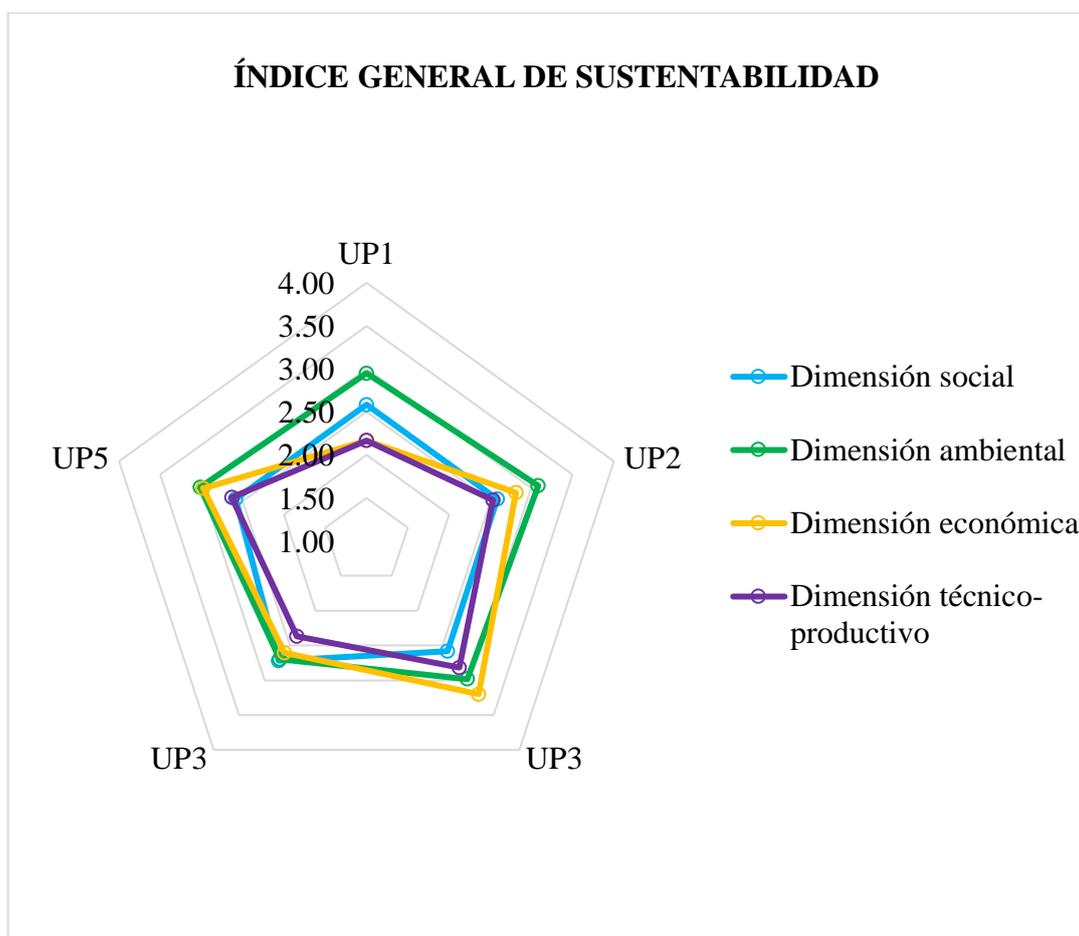


Figura 6. Niveles de sustentabilidad de cada unidad productora a través de las cuatro dimensiones evaluadas.

Finalmente, en la figura 6, se muestra a detalle los niveles de sustentabilidad que alcanzaron cada una de las dimensiones por cada unidad productora, resaltando el nivel alcanzado por la dimensión económica para la unidad productora tres (UP3), que es un valor considerado altamente sustentable por estar más próximo al nivel ideal que está

orientado por el eje 4. Así mismo se muestra los niveles más bajos para las dimensiones económica, y técnico- productivo de la unidad protutora uno (UP1), que mínimamente lograron superar el valor medio (>2), que fue establecido, considerándose medianamente sustentables.

De acuerdo a lo resuelto y demostrado anteriormente mediante los gráficos tipo ameba o telaraña, se tiene los siguientes indicadores bajos de sustentabilidad o puntos críticos, para los cuales se planteó mejoras sustentables:

Dimensión social:

a. Acceso a programas de asistencia social.

- ❖ ¿Qué es?, es el conjunto de programas de asistencia social que brinda el estado peruano, mediante los diferentes ministerios en favor de las poblaciones vulnerables que se encuentran principalmente en nivel de extrema pobreza.
- ❖ Estrategias apropiadas: identificar y focalizar las familias con altos niveles de pobreza, además brindar capacitación y orientación sobre el acceso a los programas de asistencia social existentes. Esta propuesta se debe realizar a corto plazo.
- ❖ Metas a futuro: que un alto porcentaje de las familias tengan acceso a los programas de asistencia social y mejoren sus condiciones de vida.
- ❖ Instituciones involucradas: subprefectura distrital, municipalidad distrital, ministerio de desarrollo e inclusión social.

Dimensión ambiental:

a. Manejo de envases de agroquímicos

- ❖ ¿Qué es?, es el desecho final de los envases de manera adecuada y segura.
- ❖ Estrategias apropiadas: realizar el triple lavado y la inutilización (romper) de los envases y hacer un retorno seguro a los centros de acopio aprobados por la institución correspondiente, en cumplimiento al decreto supremo 008-2012-SENASA, artículo 19°.- Programa de destino final de los envases de plaguicidas químicos de uso agrícola usados. Esta normativa debe ser de inmediata ejecución (corto plazo).
- ❖ Metas a futuro: contar con un manejo adecuado de envases de agroquímicos y contribuir a mantener una agricultura responsable con el medioambiente por parte de todos los productores agrarios.

- ❖ Instituciones involucradas: directamente el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), el Ministerio del Ambiente, además las organizaciones agropecuarias y campesinas, las cooperativas.
- b. Área de zonas de conservación circundantes
- ❖ ¿Qué es?, son espacios al contorno de las parcelas de un cultivo, donde no existe cultivos agrícolas, es decir un espacio con vegetación natural, que sirve como un corredor biológico, refugio de insectos benéficos, alimento de aves silvestres, entre otras características más.
 - ❖ Estrategias apropiadas: antes de instalar un cultivo, hacer una distribución ordenada del área, dejando estos espacios a los alrededores para no afectar la fauna presente en el lugar, más bien que sirva como refugio, además contribuir a implementar reforestaciones con especies nativas y además conservar las ya existentes en estas áreas. Estas propuestas se deberían implementar a mediano plazo.
 - ❖ Metas a futuro: cada unidad productora logre contar con al menos una hectárea para zona de conservación en los alrededores.
 - ❖ Instituciones involucradas: responsabilidad de cada productor, pero debe ser fomentada por parte de las asociaciones y cooperativas agrarias, involucrando directamente a los socios.
- c. Nitrógeno total
- ❖ ¿Qué es?, es un macro elemento fundamental para el desarrollo de las plantas (Ardiles, 2019).
 - ❖ Estrategias apropiadas: a mediano y largo plazo se puede implementar la incorporación de nitrógeno mediante la instalación de leguminosas, que tengan alta eficiencia en fijar nitrógeno, además se debe incorporar materia orgánica. A corto plazo hacer un uso eficiente de fuentes nitrogenadas de fertilizantes comerciales, recomendado en función al análisis de suelo.
 - ❖ Metas a futuro: elevar el porcentaje a 0,5% de nitrógeno total en los suelos de estas unidades productoras, que sería el nivel ideal.
 - ❖ Instituciones involucradas: dirección regional agraria, mediante la implementación de escuelas de campo con orientación a mejoramiento y conservación de suelos, asociaciones y cooperativas promoviendo la implementación de cultivos de leguminosas asociadas a los cultivos principales.
- d. Potasio (unidad productora 4 y 5):

- ❖ ¿Qué es?, es un macronutriente, fundamental para el crecimiento, desarrollo y producción de todos los cultivos (Ardiles, 2019).
- ❖ Estrategias apropiadas: incorporación de materia orgánica para facilitar la disponibilidad de potasio para las plantas, implementar prácticas de conservación de suelos como: coberturas vivas, coberturas muertas, surcos en dirección contraria a la pendiente entre otras acciones, para evitar el arrastre (lluvia, viento) de nutrientes del suelo, estas medidas deben ser tomadas a mediano y largo plazo. A corto plazo se debe hacer la incorporación mediante fertilizantes con alto contenido de este macronutriente.
- ❖ Metas a futuro: superar las 170 ppm de potasio en el suelo de todas las unidades productoras de café del sector Valencia en el distrito de Jamalca.
- ❖ Instituciones involucradas: todos los entes involucrados en dar capacitación, sabiendo que el conocimiento es fundamental para el manejo adecuado de las actividades agrícolas, donde pueden estar involucrados de manera directa las asociaciones, cooperativas, la dirección regional agraria.

e. Materia orgánica:

- ❖ ¿Qué es?, es una combinación de sustancias orgánicas, que proviene de los organismos que en algún momento estuvieron vivos, como plantas y animales. La materia orgánica cumple una función primordial en la calidad de los suelos ya que contiene fósforo, calcio, magnesio, azufre y micronutrientes (Julca et al., 2006).
- ❖ Estrategias apropiadas: incorporación de restos de cosecha, de podas, estiércol de los animales domésticos, guano de las islas, incorporación de abonos verdes, compost, entre otras fuentes de materia orgánica. Estas estrategias se deben cumplir a mediano plazo.
- ❖ Metas a futuro: incrementar el porcentaje de materia orgánica en estas unidades productoras evaluadas, se espera alcanzar el 7%, para tener un suelo con excelentes características, físicas, químicas y biológicas.
- ❖ Instituciones involucradas: el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, a través de El Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL), que es el ente encargado de la distribución de guano de las islas, además las propias organizaciones de productores, mediante escuelas de campo y capacitación para la producción de compost, y otras fuentes orgánicas.

Dimensión económica:

a. Diversidad de productos

- ❖ ¿Qué es?, es la disponibilidad de más de un producto obtenido de la unidad productora para ser comercializado (café, plátano, yuca, frejol, etc.).
- ❖ Estrategias apropiadas: diversificar los cultivos, priorizar una adecuada asociación entre ellos como plátano (sombra temporal para el café), frejol (fijación de nitrógeno), implementar un sistema agroforestal (sombra, aporte de materia orgánica a través de hojarasca y venta de leña), incorporar a la apicultura (miel, polen, jalea real). El tiempo de ejecución de esta propuesta debe ser a mediano plazo.
- ❖ Metas a futuro: alcanzar una alta diversidad de productos para la venta, mayor a 6 productos para unidad productora.
- ❖ Instituciones involucradas: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, a través del Programa de Compensaciones para la Competitividad (AGROIDEAS), mediante el cofinanciamiento de proyectos para apicultura, gobierno regional promoviendo y financiando proyectos agroforestales, y otros proyectos productivos para las unidades productoras.

b. Autoconsumo

- ❖ ¿Qué es?, es la disponibilidad de diversos productos obtenidos de la misma unidad productora, para el autoconsumo de las familias.
- ❖ Estrategias apropiadas: promover el manejo de un huerto diversificado por cada unidad productora, destinando la producción para el autoconsumo, mantener una producción constante de productos priorizados para el autoconsumo (yuca, plátano, papa, frejol, etc.), por parte de las familias productoras. Estrategia a ser ejecutada a corto plazo.
- ❖ Metas a futuro: disponer con más de 6 productos para el autoconsumo.
- ❖ Instituciones involucradas: universidades públicas y privadas, mediante la escuela de ingeniería agrónoma, a través de la extensión agraria, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego mediante el Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES), además de los gobiernos locales como municipalidades provinciales, distritales.

c. Vías de comercialización

- ❖ ¿Qué es?, son los canales con los que cuentan los agricultores para vender sus productos, así mismo como las vías óptimas para transportar la producción agrícola.

- ❖ Estrategias apropiadas: apertura de nuevas vías de transporte (carreteras, vías asfaltadas), promover cadenas integrales de comercialización para tener mejores precios, además promover ferias nacionales e internacionales con los productos obtenidos de estas unidades productoras, promocionar mediante canales televisivos, radios, diarios, entre otros medios para poner en vitrina estos productos agrícolas. Estas estrategias deben ser ejecutadas a mediano y largo plazo.
 - ❖ Metas a futuro: que las unidades productoras cuenten con vías de transporte en buen estado, posicionar marcas propias de estos productos a nivel nacional e internacional.
 - ❖ Instituciones involucradas: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, mediante la ampliación de la red vial nacional, y conexiones con vías a nivel rural, el Ministerio de la Producción, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego y gobiernos locales.
- d. Dependencia de insumos externos
- ❖ ¿Qué es?, es la limitación de tener una autonomía para la producción agrícola, es estar sujetos a coyunturas internacionales, y geopolíticas para la adquisición de estos insumos (Brunett et al., 2005).
 - ❖ Estrategias apropiadas: promover una adecuada industria petroquímica nacional, aprovechar y procesar las reservas de minerales necesarios para la industria de los fertilizantes con los que cuenta el país principalmente en Bayovar, en la región Piura. Incentivar a utilizar los abonos orgánicos intercalando con los fertilizantes, para mejorar su eficiencia de estos últimos, promover la conservación de suelos, para evitar la pérdida de nutrientes por múltiples factores. Para la ejecución de estas estrategias es a largo plazo.
 - ❖ Metas a futuro: que la dependencia de insumos externos para la agricultura nacional sea menos al 40%.
 - ❖ Instituciones involucradas: Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Ministerio de Energía y Minas.

Dimensión técnico-productivo

- a. Calidad de semillas
- ❖ ¿Qué es?, es la alta calidad genética, y el alto porcentaje de pureza física además garantiza una uniformidad de un cultivo (Edwin et al., 2020).

- ❖ Estrategias apropiadas: sabiendo que estos productores son parte de una asociación de productores agropecuarios, se debe promover en conjunto la adquisición de estas semillas de entidades que estén autorizadas. Esta estrategia se debe ejecutar a mediano plazo.
 - ❖ Metas a futuro: contar con semillas certificadas al alcance de los productores.
 - ❖ Instituciones involucradas: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), que es el ente encargado de autorizar la venta de semillas certificadas. Tomando en cuenta el elevado costo de estas semillas se puede cofinanciar por parte de los gobiernos locales para facilitar la adquisición por parte de los agricultores.
- b. Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).
- ❖ ¿Qué es?, es un conjunto de prácticas y métodos que se implementan para evitar y controlar plagas y enfermedades en un cultivo (Wilches, 2019).
 - ❖ Estrategias apropiadas: implementar escuelas de campo para capacitar a los agricultores dando a conocer la importancia de implementar un MIPE en sus unidades productoras, así mismo poner en practica junto a los productores algunos métodos para su mejor aprendizaje. Esta estrategia debe ser ejecutada en corto plazo.
 - ❖ Metas a futuro: contar con un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades por cada una de las unidades productoras.
 - ❖ Instituciones involucradas: el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).
- c. Mitigación de erosión
- ❖ ¿Qué es?, viene a ser las medidas y las acciones que se toman en favor de la conservación del suelo.
 - ❖ Estrategias apropiadas: implementar políticas de conservación, con la construcción de andenes como en tiempos incaicos, donde las condiciones topográficas lo ameriten. Además, priorizar el manejo de cobertura vegetal, hacer surcos en sentido contrario a la pendiente del terreno donde se cultiva. Estrategias a ser ejecutadas a mediano plazo.
 - ❖ Metas a futuro: contar con curvas a nivel, terrazas y cobertura vegetal y otras medidas, en las áreas de estas unidades productoras de café.
 - ❖ Instituciones involucradas: organizaciones agropecuarias, e iniciativa propia de los productores, con asesoramiento técnico de la dirección regional de agricultura.
- d. Cobertura vegetal sobre el suelo

- ❖ ¿Qué es?, es el material vegetativo que crece sobre el suelo de maneja natural o cultivada con un fin determinado que es conservar el suelo.
- ❖ Estrategias apropiadas: asociar cultivos, para tener mayor espacio del suelo cubierto, incorporar leguminosas en los espacios libres que existe en el área cultivada, restos de podas distribuir de una manera uniforme en el centro de los surcos del cultivo principal. Estas prácticas se deben implementar a corto plazo.
- ❖ Metas a futuro: contar con más del 95% de cobertura sobre el suelo de las unidades productoras evaluadas.
- ❖ Instituciones involucradas: iniciativa propia de los productores.

IV. DISCUSIÓN

La evaluación de sustentabilidad es la base para detectar deficiencias puntuales en las actividades productivas (Wang et al., 2019). Principalmente con actividades de producción agrícola y pecuaria, coincidentemente se logra compartir la definición, donde se menciona que, la sustentabilidad es una teoría que no se puede medir de una manera directa según Ardoin et al., (2020). Por lo tanto es necesario contar con indicadores definidos y a los cuales se les asigna un rango con valores (Oameni & Anst, 2005). Además para esta investigación se fijó dimensiones, las cuales estaban conformadas por macroindicadores e indicadores, debido a que es una de las maneras más adecuadas de realizar un estudio de sustentabilidad, concordando con Márquez et al., (2016b).

La agricultura del siglo XXI, realmente esta distorsionada de la manera que los sistemas de producción están orientados a tan solo tener rentabilidad económica, esto basado en el enfoque del costo beneficio (Blandi et al., 2015). Coincidiendo con descrito por Sarandón & Flores (2009), en la actualidad se debe analizar responsablemente sobre los impactos negativos que generan los diferentes modelos de producción, sobre aspectos sociales, ambientales y económicos. Coincidentemente, a diferencia de los autores antes mencionados, para esta investigación se agregó la dimensión técnico-productivo con valiosos indicadores que contribuyen a tener una sustentabilidad mucho más fortalecida.

Las evaluaciones de sustentabilidad facilitan la toma de decisiones oportunas para la implementación de políticas adecuadas que conlleven a una adecuada sustentabilidad, resaltando que en los últimos tres años la comunidad científica está mucho más interesada en abordar la sustentabilidad desde diversos ángulos (Ssebunya et al., 2019). Los resultados que se obtengan de una evaluación de sustentabilidad es una excelente alternativa para plantear estrategias, tomando en cuenta las propias características de los agrosistemas (Bachev, 2015).

Los resultados obtenidos muestran una sustentabilidad social de 2,61, que se considera un valor medianamente sustentable, este resultado es mínimamente superior al que se obtuvo en una evaluación en fincas de café en el centro del Perú (Junín), (Tejeda et al., 2021), que fue de 2,26 para esta misma dimensión. Además, se logró alcanzar algunas coincidencias en los indicadores de acceso a servicios básicos y conciencia ecológica, esta última es un conocimiento empírico producto de la práctica cotidiana. Mientras no

se ponga por delante los derechos sociales, y el bienestar humano, estará más difícil alcanzar una sustentabilidad social ideal (Hermida, 2017).

Sabiendo que es fundamental el acceso a educación y salud universal de todas las personas, empezando por la prevención y en los últimos casos a curación, como también lo resalta Riestra, (2018). Además es un gran reto que está vigente, de implementar la adopción de tecnología para mejorar la sustentabilidad de los sistemas (Tudela, 2014). La razón por la que no se alcanzó el valor ideal de sustentabilidad social, es la falta de presencia de sector público y privado en estos sectores rurales, coincidiendo con lo expuesto por Rodríguez & Ríos, (2016), donde afirma que la dimensión social es la menos priorizada por los entes privados, dejando mayoritariamente las responsabilidades sociales para ser resueltas por los gobernantes de turno, donde estos ponen el mínimo interés en resolver las necesidades de la población que están bajo su jurisdicción.

Las unidades productoras de café del sector Valencia en el distrito de Jamalca – Amazonas, mostraron un valor de 2,95 para la dimensión ambiental, es un resultado ligeramente superior al alcanzado por (Camacho et al., 2019), que logró un resultado menor a 2, considerado bajo en sustentabilidad ambiental. El resultado obtenido para las unidades productoras del sector Valencia es un valor aceptable, no obstante se observan algunos indicadores bajos de sustentabilidad, como en el caso de zonas de conservación para la unidad productora 1, además del porcentaje de materia orgánica presente en el suelo, es un resultado similar al que obtuvo Tejeda et al., (2021), en una investigación en fincas cafetaleras en la región Junín.

Cubrir las necesidades óptimas de nitrógeno (N), fósforo (F) y potasio (K), para un cultivo son fundamentales ya que permiten una mayor eficiencia de los sistemas (Farias et al., 2020). Por lo tanto, para tener un suelo suficientemente fértil, es necesario contar con nitrógeno mayor a 0,2%, fósforo mayor a 15 ppm (partes por millón) y potasio igual o mayor a 240ppm (Beegle, 2015; Cullimore, 1966; Melke & Ittana, 2014; Rekik et al., 2018). Implementar estrategias de fertilización a corto, mediano y largo plazo, para mejorar la fertilidad del suelo, ya que se considera una rentabilidad del capital a largo plazo y que son necesarias (Lamers et al., 2015). Es fundamental cambiar la política de una agricultura extractiva, por una agricultura sustentable y regenerativa, que contribuya a mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos (Anderson & Rivera, 2021).

La fertilidad del suelo está basada principalmente en el porcentaje de materia orgánica (Voltr et al., 2021), para este indicador se logró resultados considerables, a excepción de la unidad productora 4, con gran deficiencia de materia orgánica. El porcentaje adecuado de materia orgánica presente en el suelo, es mayor a 4%, el beneficio es el mejoramiento de la calidad “física del suelo (textura, estructura, densidad aparente y capacidad de retención de agua), química (disponibilidad de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, toxicidad de aluminio reducida y alelopatía) y biológica (bacterias de mineralización de nitrógeno, fijación de nitrógeno, hongos micorrizas y biomasa microbiana)”, (Fageria, 2012). Por lo cual se recomienda mejorar constantemente el contenido de materia orgánica del suelo mediante la incorporación de enmiendas orgánicas, abonos como el compost, humus, restos de cosecha entre otros (Luo et al., 2018).

Los resultados obtenidos para la dimensión económica son de 2,75, lo cual indica un valor medianamente sustentable y aceptable para la dimensión económica de sustentabilidad (Sarandón et al., 2006). Este resultado es altamente similar al que se obtuvo en el cultivo de café en Junín (menor a 2,5 de valor de índice) (Tejeda et al., 2021). Pero también están presentes en esta dimensión indicadores con valores mínimos, estos comprometen negativamente a no alcanzar la sustentabilidad, como lo son los indicadores dependencia de insumos externos y vías de comercialización, que alcanzaron valores menores a dos, idéntico al resultado que obtuvo Camacho et al., (2019), también con valores menores a dos para estos dos indicadores.

Respecto al indicador diversidad de productos para la venta, también obtuvo el valor mínimo, por defecto se considera que está en riesgo la economía de estos productores por tener dependencia económica principalmente de un solo producto (Tudela, 2014). La diversidad de productos para la venta conlleva a tener una economía más estable en la unidad productiva. Así mismo, se estima que más de la mitad de fincas cafetaleras de la región Amazonas no logran un adecuado valor para este indicador (Guevara & Vazquez, 2019). El indicador: productos para autoconsumo alcanzaron un valor de uno, es decir el valor mínimo, a diferencia de Figueroa, (2016), que si obtuvo un valor sustentable para este indicador, lo cual garantiza la autosostenibilidad, como lo señala Gonzales, (2015), que una política que conlleve a tener una diversidad productiva, favorecerá la disponibilidad de alimentos a los productores que manejan estas unidades productivas.

El nivel de la economía familiar por el ingreso mensual es en promedio mayor a mil soles, no es un valor óptimo, pero sí satisface en parte las necesidades de las familias, este resultado es similar al reportado por Santisteban et al, (2017), que fue una mensualidad promedio de 1300 soles mensuales.

Se obtuvo indicadores bajos de sustentabilidad para la dimensión técnico-productivo, como lo son: calidad de semillas (no certificadas), se considera un punto crítico a este indicador, debido a la importancia que tienen las semillas certificadas, tanto económico como fitosanitario además ofrecen un desarrollo del cultivo más uniforme (Bogdanović et al., 2015). Al igual que para las unidades productoras de la presente investigación se recomienda priorizar semillas certificadas para mejorar la eficiencia durante todo el ciclo del cultivo y contribuir a alcanzar la sustentabilidad. Para lograr el acceso a estas semillas, se recomienda el oportuno acceso a educación y al crédito para los productores, debido al costo elevado que tienen las semillas certificadas (Baglan et al., 2020).

Así mismo a la cobertura vegetal sobre el suelo, para las unidades productoras cuatro y cinco alcanzó un valor menor a uno, similar a los resultados de (Tejeda et al., 2021), que obtuvo un valor menor a dos, y de Camacho et al., (2019), que fue nula la cobertura vegetal, se puede definir estas debilidades como propias de una cultura de los caficultores del país, que no siempre priorizan tener una cobertura vegetal sobre el suelo. La implementación de manejo integrado de plagas y enfermedades fue nulo en esta investigación, por lo cual si se comparte la recomendación de un uso eficiente del suelo, donde propone diversificar los cultivos (evitar monocultivos) para tener menor riesgo ante el ataque de una plaga o enfermedades en los cultivos (Veiga, 2009) . Además existen experiencias exitosas en otros países como Bolivia, Brasil, entre otros países (Pronti & Coccia, 2021).

El índice general de sustentabilidad alcanzado durante la evaluación a las unidades productoras es de 2,70, ligeramente superior al resultado de 2,27 que obtuvieron Tejeda et al., (2021). El valor que se obtuvo mediante esta investigación nos indica una sustentabilidad aceptable para estas unidades productoras, así como lo señala Evia & Sarandón, (2002), que para poder considerar a un nivel como sustentable, este debe ser mayor a dos, además que ninguna de las dimensiones evaluadas obtenga un valor menor a 2, criterio que si se cumplió para esta investigación, debido a que se obtuvo valores mayores a dos en las cuatro dimensiones evaluadas.

Aparentemente el valor obtenido podría indicar que las unidades productoras de café del sector Valencia en el distrito de Jamalca son medianamente sustentables, pero a pesar de eso, si existen algunos indicadores críticos es decir menores a dos, que comprometen a alcanzar un valor ideal de sustentabilidad, con ello se confirma lo mencionado por Guevara & Vazquez, (2019), que señalan que “la evaluación de sustentabilidad es un objetivo difícil de alcanzar que requiere de un enfoque sistémico y holístico, así como multicriterio y multidimensional”.

Uno de los principales problemas que dificultan alcanzar el valor ideal de sustentabilidad puede estar orientado a la falta de presencia de políticas estatales a nivel rural y al bajo nivel de educación de los productores (Figuroa & Omar, 2016). Se propone que para poder asegurar la sustentabilidad de las unidades productoras se debe poner a disposición un adecuado servicio de educación y salud para la población (Tudela, 2014). Finalmente para determinar los puntos críticos y tener una fácil detección se optó por el gráfico tipo ameba, por ser de fácil interpretación y visualización gráfica de las dimensiones, tal como lo señala Masera et al., (2000).

Finalmente, se espera que, este trabajo de investigación oriente a todas las unidades productoras evaluadas a alcanzar los objetivos de desarrollo sustentable: Fin de la pobreza, Hambre cero, Producción y consumo responsable (Biermann et al., 2017), y logren un nivel más alto de sustentabilidad.

V. CONCLUSIONES

Se definió los índices específicos y general para la dimensión social, ambiental, económica y técnico-productivo de cada dimensión de sustentabilidad, de cada una de las unidades productoras de café.

Todos los índices obtenidos mostraron una sustentabilidad mayor al valor medio (2), que indica un nivel medianamente sustentable para todas las unidades productoras. Sin embargo, la unidad productora tres, es la que logró obtener el valor más alto con 2,90 es decir altamente sustentable, y el menor valor lo obtuvo la unidad productora uno con un valor de 2,47, pese a ello, ninguna finca alcanzó el valor de tres, que sería el más próximo al valor ideal.

Se planteó cinco mejoras sustentables a corto plazo, siete mejoras a mediano y dos a largo plazo, pero se debe resaltar que estas mejoras deben ser mantenidas e implementadas a lo largo de tiempo para tener una mejora continua. Estas mejoras sustentables se establecieron en función a los indicadores bajos en sustentabilidad (indicadores que obtuvieron un valor de uno) de cada una de las dimensiones evaluadas para cada unidad productora.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones posteriores mediante mediciones como parte de un monitoreo a lo largo del tiempo para determinar el cumplimiento de las estrategias propuestas en relación a los puntos críticos detectados mediante esta primera evaluación de sustentabilidad a dichas unidades productoras de café.

Involucrar para futuras evaluaciones a indicadores sociopolíticos, para que se tenga un diagnóstico mucho más amplio de la realidad social y los intereses políticos de los agricultores, la motivación y las esperanzas de una mejor clase política que priorice sus necesidades, para una mejor competitividad agropecuaria.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gonzales, A. (2015). *Valoración de la sustentabilidad de los policultivos cafeteros del Centro y Sur Occidente Colombiano*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5187.4002>
- Altieri, M y Nicholls, C. (2000). Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. *Diario de Campo*, 1–16.
- Altieri, M., Funes, F., Henao, A., Nicholls, C., Tomas, L., Luis, V., & Gloria, Z. (2011). Diagnóstico y sistematización de sistemas agrícolas resilientes a eventos climáticos extremos. *Ed. REDAGRES*, p.21.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2002). Un metodo agroecologico rapido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 64, 17–24. agroeco3@nature.berkeley.edu
- Álvarez, D., & Gómez, E. (2020). Estimación de la sustentabilidad de fincas productoras de arveja en el municipio de Ipiales, Nariño-Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1), 1–9. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1578>
- Anderson, M., & Rivera, M. (2021). Food system narratives to end hunger: extractive versus regenerative. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 49, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.12.002>
- Ardiles, R. (2019). *Diagnóstico de la fertilidad de los suelos con fines agrícolas de la comunidad campecina de Pampacancha-distrito y provincia de Recuay-Ancash; Universidad nacional "santiago antunez de mayolo" facultad de ciencias agrarias carrera profesional de agronomia*.
- Ardoin, N., Bowers, A., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241(August), 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Ayala, C., & Garcez, D. (2018). Decision making and agriculture: A recent review of organic farming. *Desenvolvimento Em Questão*, 16(43), 175. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2018.43.175-199>
- Bachev, H. (2015). What is sustainability of farms? *SSRN Electronic Journal*, 1–14. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2705390>
- Baglan, M., Mwalupaso, G., Zhou, X., & Geng, X. (2020). Towards cleaner production: certified seed adoption and its effect on technical efficiency. *Sustainability*, 12(4), 1344. <https://doi.org/10.3390/su12041344>
- Barham, B., & Weber, J. (2012). The economic sustainability of certified coffee: Recent

- evidence from Mexico and Peru. *World Development*, 40(6), 1269–1279.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.005>
- Barrantes, C., Siura, S., Castillo, E., Huarcaya, M., & Rado, J. (2018). *Manual para el análisis Agricultura Familiar*. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/2007>
- Beegle, D. (2015). Assessing soil phosphorus for crop production by soil testing. *Phosphorus: Agriculture and the Environment*, 46, 123–143.
<https://doi.org/10.2134/agronmonogr46.c5>
- Béné, C., Oosterveer, P., Lamotte, L., Brouwer, I., de Haan, S., Prager, S., Talsma, E., & Khoury, C. (2019). When food systems meet sustainability – Current narratives and implications for actions. *World Development*, 113, 116–130.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.011>
- Biermann, F., Kanie, N., & Kim, R. (2017). Global governance by goal-setting: the novel approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26–27, 26–31.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.01.010>
- Blandi, M., Sarandón, S., Flores, C., & Veiga, I. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. *Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata*, 114(2), 251–264.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/51351>
- Bogdanović, S., Mladenov, V., & Balešević, S. (2015). The importance of using certified seed. *Selekcija i Semearstvo*, 21(2), 63–67.
<https://doi.org/10.5937/SelSem1502063B>
- Brunett, L., González, C., & García, L. (2005). Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. *Livestock Research for Rural Development*, 17(7).
- Camacho, W., Otiniano, A., & Chipana, O. (2019). Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de naranja (*Citrus sinensis*) variedad Valencia en la provincia de Chanchamayo, Junín, Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 7, 99–121. <https://doi.org/10.5377/payds.v7i0.8430>
- Cinelli, M., Coles, S., & Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological Indicators*, 46, 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.011>
- Cobos, F., Gómez, L., Reyes, W., & Medina, R. (2021). Sustentabilidad de dos sistemas

- de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Ecología Aplicada*, 20(1), 65. <https://doi.org/10.21704/rea.v20i1.1691>
- Cullimore, D. (1966). A qualitative method of assessing the available nitrogen, potassium and phosphorus in the soil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 17(7), 321–323. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740170709>
- Di Ludovico, D., & Fabietti, V. (2018). Strategic environmental assessment, key issues of its effectiveness. The results of the speedy project. *Environmental Impact Assessment Review*, 68(October 2017), 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.10.007>
- Dilas, J., & Ascurra, D. (2020). Agroecología: Una alternativa sostenible para la pequeña agricultura en un escenario post COVID19. *Llamkasun*, 1(2), 1–17. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v1i2.9>
- Edwin, A., Moran, H., Mora, F., García, E., & Litardo, R. (2020). Sustentabilidad del sistema de producción de maíz en la localidad de Ventanas , Ecuador. *Journal and Science and Research*, 5, 169–181.
- Escobar, B. (2020). Monocultivos e industrias extractivas en Guatemala: ¿Qué relación tienen la deficiencia institucional, la falta de investigación científica y los impactos ambientales? *Ciencia, Tecnología y Salud*, 7(1), 53–60. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v7i1.829>
- Evia, G., & Sarandón, S. (2002). Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la Laguna Merín, Uruguay. *Agroecología: El Camino Hacia Una Agricultura Sustentable*, 431–448. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34289897/Cap22-Indicadores_de_Sustentabilidad.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1557349523&Signature=is5I4Edfaiba8W38bpfgr9Nt7IE%3D&response-content-disposition=inline%3B filename%3DAplicacion_
- Fageria, N. (2012). Role of soil organic matter in maintaining sustainability of cropping systems. *Communications in soil science and plant analysis*, 43(16), 2063–2113. <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.697234>
- Farias, G., Dubeux, J., Savian, J., Duarte, L., Martins, A., Tiecher, T., Alves, L., de Faccio, P., & Bremm, C. (2020). Integrated crop-livestock system with system fertilization approach improves food production and resource-use efficiency in

- agricultural lands. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(6), 39.
<https://doi.org/10.1007/s13593-020-00643-2>
- Figueroa, O. (2016). Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de café en fincas-hogar del sector San José, municipio de Linares-Nariño. *Tendencias*, 17(2), 111. <https://doi.org/10.22267/rtend.161702.6>
- Figueroa, P., & Omar, L. (2016). *Producción de Café en Fincas-Hogar en San José del sector San José, municipio de Linares-Nariño*. XVII(2), 111–125.
- García, L., Veneros, J., & Tineo, D. (2020). Severe acute respiratory syndrome (SARS-CoV-2): A national public health emergency and its impact on food security in Peru. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 241–245.
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.02.12>
- Giampietro, M. (1994). Using hierarchy theory to explore the concept of sustainable development. *Futures*, 26(6), 616–625. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90033-7](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90033-7)
- Gong, Z., Zhang, X., Chen, J., & Zhang, G. (2003). Origin and development of soil science in ancient China. *Geoderma*, 115(1–2), 3–13.
[https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00071-5)
- Guevara, Z., & Vazquez, R. (2019). Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas cafetaleras en la localidad de Nuevo Chirimoto, Rodríguez de Mendoza-Región Amazonas. *Revista Científica Pakamuros*, 7(1), 46–55.
<https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v7i1.75>
- Hermida, M. (2017). Los indicadores de la dimensión social del desarrollo sostenible, el caso de Tierra del Fuego. *Revista Latinoamericana de Metodología de Las Ciencias Sociales*, 7(2), 029. <https://doi.org/10.24215/18537863e029>
- INEI. (2014). Características socioeconómicas del productor agropecuario en el Perú. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*, 388.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1177/libro.pdf
- Jalil, F., Gómez, J., Hueso, E., Castañeda, A., Ramón, T., & Silva, R. (2020). Perfil de sustentabilidad tridimensional en el valle agrícola del municipio de Casimiro Castillo, Jalisco, México. *Idesia (Arica)*, 38(2), 103–108.
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000200103>

- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49–61.
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Kassegn, A., & Endris, E. (2021). Review on socio-economic impacts of ‘Triple Threats’ of COVID-19, desert locusts, and floods in East Africa: Evidence from Ethiopia. *Cogent Social Sciences*, 7(1).
<https://doi.org/10.1080/23311886.2021.1885122>
- Lamers, J., Bruentrup, M., & Buerkert, A. (2015). Financial performance of fertilization strategies for sustainable soil fertility management in Sudano–Sahelian West Africa. 2: Profitability of long-term capital investments in rockphosphate. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 102(1), 149–165. <https://doi.org/10.1007/s10705-015-9671-z>
- Luo, G., Li, L., Friman, V., Guo, J., Guo, S., Shen, Q., & Ling, N. (2018). Organic amendments increase crop yields by improving microbe-mediated soil functioning of agroecosystems: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 124(May), 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.06.002>
- Márquez, F., & Julca, A. (2015). Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba. *Saber y Hacer*, 2(2311–7613), 128–137.
- Márquez, F., Julca, A., Canto, M., Soplín, H., Vargas, S., & Huerta, P. (2016a). Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras despues de un proceso de certificación orgánica en la Convencion (CUSCO, PERÚ). *Ecología Aplicada*, 15(2), 125. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
- Márquez, F., Julca, A., Canto, M., Soplín, H., Vargas, S., & Huerta, P. (2016b). Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras despues de un proceso de certificación orgánica en la Convencion (CUSCO, PERÚ). *Ecología Aplicada*, 15(2), 125. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
- Melke, A., & Ittana, F. (2014). Nutritional requirement and management of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia: National and global perspectives. *American Journal of Experimental Agriculture*, 5(5), 400–418.
<https://doi.org/10.9734/ajea/2015/12510>
- Oameni, A., & Anst, S. (2005). *La sustentabilidad agrícola : un análisis jerárquico*.
<https://www.researchgate.net/publication/28253698%0D>
- Osorio, G. (2008). Agricultura sustentable, una alternativa de alto rendimiento. *Ciencia UANL*, XI(1), 77–81. <http://www.caedes.net>

- Pilozo, W., Indacochea, B., Castro, A., Vera, M., & Gabriel, J. (2022). Principales enfermedades causantes de la pérdida de rendimientos de los cultivos de café arábigo (*Coffea arabica* L.) en la zona sur de Manabí, Ecuador. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166, 6(2), 117–134. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v6.n2.2022.632>
- Pronti, A., & Coccia, M. (2021). Multicriteria analysis of the sustainability performance between agroecological and conventional coffee farms in the East Region of Minas Gerais (Brazil). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 36(3), 299–306. <https://doi.org/10.1017/S1742170520000332>
- Rekik, F., Van, H., Hernandez, J. N., & Gómez, M. (2018). Soil health assessment for coffee farms on andosols in Colombia. *Geoderma Regional*, 14, 100–176. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.e00176>
- Riestra, D. (2018). Las dimensiones del desarrollo sostenible como paradigma para la construcción de las políticas públicas en Venezuela. *Rev. Tekhné*, 21(1), 24–33. <http://oaji.net/articles/2019/7118-1556541279.pdf>
- Robert, K., Parris, T., & Leiserowitz, A. (2005). What is sustainable development? Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47(3), 8–21. <https://doi.org/10.1080/00139157.2005.10524444>
- Rodríguez, L., & Ríos, L. (2016). Evaluación de sostenibilidad con metodología gri // evaluation of sustainability using gri methodology // avaliação da sustentabilidade com metodologia gri. *Dimensión Empresarial*, 14(2), 73–90. <https://doi.org/10.15665/rde.v14i2.659>
- Ruiz, R., Medina, J., Gómez, J., Sánchez, J. M., Gómez, G., & Pinto, O. (2016). Estudio del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la región Frailesca, Chiapas. *CienciaUAT*, 10(2), 33. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v10i2.550>
- Sarandón, S., & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4(0), 19–28.
- Sarandón, S. (1998). *El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas*. 978-99967-669-4-7, 393–414.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Janjetic, L., & Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1(0), 19–28.
- Shah, K., Modi, B., Pandey, H., Subedi, A., Aryal, G., Pandey, M., & Shrestha, J.

- (2021). Diversified crop rotation: An approach for sustainable agriculture production. *Advances in Agriculture*, 2021, 1–9.
<https://doi.org/10.1155/2021/8924087>
- Skidmore, A. (1989). A comparison of techniques for calculating gradient and aspect from a gridded digital elevation model. *International Journal of Geographical Information Systems*, 3(4), 323–334. <https://doi.org/10.1080/02693798908941519>
- Ssebunya, B., Schader, C., Baumgart, L., Landert, J., Altenbuchner, C., Schmid, E., & Stolze, M. (2019). Sustainability performance of certified and Non-certified smallholder coffee farms in Uganda. *Ecological Economics*, 156(August 2018), 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.004>
- Tejeda, H., Utia, M., Luis, D., Mendoza, E., Palomares, E., Gomes da Silva, E., das Graças Teixeira, A., & Fardim Christo, B. (2021). Sustainability assessment of coffee agroecosystems in Vitoc, Junín, Peru. *Agroindustrial Science*, 11(1), 33–39. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.04>
- Tudela, J. (2014). *Adopción de tecnologías orgánicas en productores cafetaleros del Perú: Identificación y caracterización*. 1–64. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/04/informefinal_jwtm_cies2013_final.pdf
- Valarezo, C., Julca, A., & Rodríguez, A. (2020). Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador. *Revista RIVAR*, 7(20), 108–120. <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i20.4485>
- Veiga, J. (2009). Comparação do desempenho de mono e policultivos orgânicos no rendimento das culturas, uso eficiente da terra e nos aspectos operacional e econômico. *Brasileira de Agroecologia*, 4(2), 3661–3664.
- Voltr, V., Menšík, L., Hlisnikovský, L., Hruška, M., Pokorný, E., & Pospíšilová, L. (2021). The soil organic matter in connection with soil properties and soil inputs. *Agronomy*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy11040779>
- Wang, C., Ghadimi, P., Lim, M., & Tseng, M. (2019). A literature review of sustainable consumption and production: A comparative analysis in developed and developing economies. *Journal of Cleaner Production*, 206, 741–754. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.172>
- Wilches, W. (2019). Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa (*solanum tuberosum* L.) para una mayor seguridad alimentaria de pequeños productores en el Altiplano Cundiboyacense, Colombia. *Universidad Abierta y a Distancia de Mexico.*, May, 117. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31858.79041>

Zeballos, O. (2015). Sustentabilidad, desarrollo sustentable e indicadores de sustentabilidad para agroecosistemas. *Scientiarvm*, 1(1), 37–41.

<https://doi.org/10.26696/sci.epg.0022>

Zizumbo, D.; García, P. (2008). *El origen de la agricultura , la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico - culturales en Mesoamérica.* 24–27.

ANEXOS



Figura 7: Aplicación de las encuestas en campo.



Figura 8. Viviendas construidas con material de la zona.

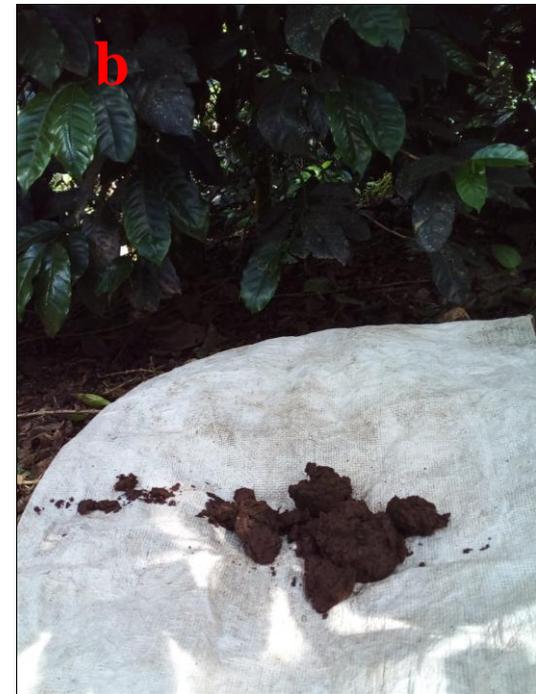


Figura 9. Estructura del suelo, con estructura y grado fuerte (b), tamaño medio y moderadamente consistente (a).



Figura 10. Disposición de residuos de cosecha para compostaje (izquierda), compost producto de residuos de la cosecha anterior (derecha).



Figura 11. Manejo inadecuado de envases de agroquímicos.



Figura 12. Diversidad de árboles maderables.



Figura 13. Diversidad de productos para el autoconsumo.



Figura 14. Subsistema pecuario (crianza de cuyes, cerdos, gallinas, entre otros).



Figura 15. Cultivo con cobertura vegetal (izquierda), cultivo sin cobertura (derecha).



Figura 16. Manejo pos cosecha, carpa solar (izquierda), tanque tina (derecha).

												Código: CCFG - 036		Versión: 01							
INFORME DE ENSAYO N° 853														Página: /...							
1. DATOS : Solicitante : WILDER PARDO GONZALES Departamento : AMAZONAS Provincia : UTCUBAMBA Distrito : JAMALCA														Anexo : S/N N. Parcela : UNIDAD 1 Cod. Muestra : 853 Fecha : 02/06/22							
2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN																					
Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arenas %	Limo %	Arcillas %			Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺ meq/100g	K ⁺ meq/100g	Na ⁺ meq/100g	Al ³⁺ + H ⁺ meq/100g			
853	UNIDAD 1	6,18	0,09	6,77	274,62	2,87	4,60	0,23	56,0	26,0	18,0	Fr.A.	12,00	5,69	2,78	0,69	0,16	0,00	9,32	9,32	78
<p><i>Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio. Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</i></p>																					
 RESPONSABLE DE LABISAG				 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG				Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora: _____ Firma de Conformidad													
Calle Higos Uros N° 342-358-356 - Calle Universitaria N° 384 - Chachapoyas - Amazonas - Perú labisag@unimra.edu.pe / labisag@info-cc.edu.pe																					

Figura 17. Análisis de suelo de la unidad productora 001.

				UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		Código: CCFG - 036		Versión: 01													
INFORME DE ENSAYO N° 854										Página .../...											
1. DATOS : Solicitante : WILDER PARDO GONZALES Departamento : AMAZONAS Provincia : UTCUBAMBA Distrito : JAMALCA Anexo : S/N N. Parcela : UNIDAD 2 Cod. Muestra : 854 Fecha : 02/06/22																					
2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN																					
Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
854	UNIDAD 2	5,22	0,14	10,04	202,77	3,20	5,52	0,28	52,0	28,0	20,0	Fr.	16,00	4,53	1,45	0,51	0,14	0,17	6,52	5,64	42
<i>Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio. Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</i>																					
 RESPONSABLE DE LABISAG				 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG				Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora: Firma de Conformidad													
Calle Higos Urea N° 342-358-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú labisag@untra.edu.pe / labisag@indes-cs.edu.pe																					

Figura 18. Análisis de suelo de la unidad productora 002.

				UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		Código: CCFG - 036		Versión: 01													
INFORME DE ENSAYO N° 855										Página .../...											
1. DATOS : Solicitante : WILDER PARDO GONZALES Departamento : AMAZONAS Provincia : UTCUBAMBA Distrito : JAMALCA Anexo : S/N N. Parcela : UNIDAD 3 Cod. Muestra : 855 Fecha : 02/06/22																					
2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN																					
Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
855	UNIDAD 3	5,46	0,09	10,43	155,97	3,20	5,52	0,28	58,0	24,0	18,0	Fr.A.	9,60	4,11	1,89	0,39	0,16	0,11	6,47	6,37	66
<i>Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio. Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</i>																					
 RESPONSABLE DE LABISAG				 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG				Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora: Firma de Conformidad													
Calle Higos Urea N° 342-358-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú labisag@untra.edu.pe / labisag@indes-cs.edu.pe																					

Figura 19. Análisis de suelo de la unidad productora 003.

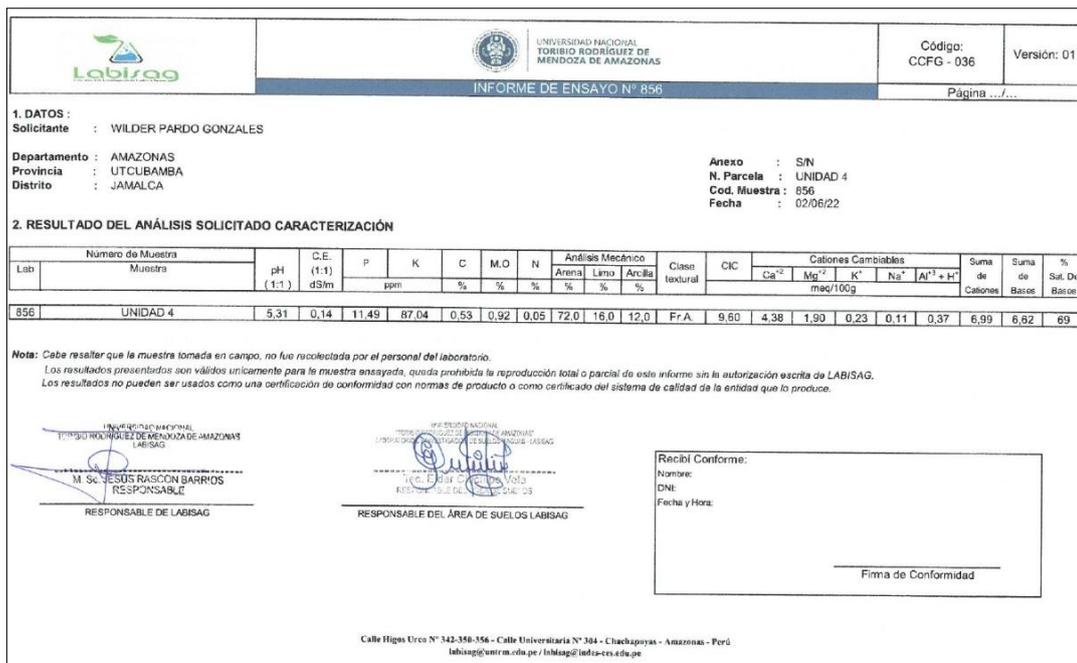


Figura 20. Análisis de suelo de la unidad productora 004.



Figura 21. Análisis de suelo de la unidad productora 005.

Tabla 9. Modelo de encuesta aplicada en campo.

Datos generales						
Unidad productora de café					N°:	
Nombre del lugar	Sector:	Distrito:	Provincia:		Región:	
I. Dimensión social						
2.1. Redes sociales						
Acceso a programas de asistencia social	0	1	2	3 a más		
Capacitaciones (durante un año)	0	1	2	3 a más		
Conciencia ecológica	No presenta conocimiento ecológico					
	Conocimiento limitado					
	Conocimiento empírico					
	Amplio conocimiento de la ecología					
Mano de obra	Integrantes de la familia y no se abastecen					
	Integrantes de la familia y trabajadores escasos					
	Integrantes de la familia y trabajadores de otros lugares					
	Integrantes de la familia y trabajadores locales					
Igualdad de género en mano de obra (masculino – femenino o viceversa)	10%-90%	20%-80%	30%-70%	50%-50%		
Organización campesina	Nunca perteneció					
	Si perteneció a una organización campesina					
	Actualmente si pertenece a una organización campesina					
Grado de instrucción	Sin educación					
	Educación primaria					
	Educación secundaria					
	Educación superior					
2.2. satisfacción de necesidades básicas						
Servicios básicos	Agua potable		Luz		Alcantarillado	
	Educación		Salud		Telefonía	
Estado de la vivienda	Deteriorada		Sin terminar			
	Material de la zona y terminada		Material de la zona, terminada y en excelente estado			
Nivel de pobreza	No registrado		Pobreza extrema			
	Pobre		No pobre			

II. Dimensión ambiental					
2.1. Calidad del suelo					
Estructura del suelo	Sin estructura				
	Tamaño fino y poco consistente				
	Tamaño medio y moderadamente consistente				
	Con estructura y grado fuerte				
Textura del suelo	Arenoso, arcilloso, limoso				
	Arcillo arenoso, arcillo limoso, areno franco, franco arenoso, franco arcilloso				
	Franco limoso, franco arcillo arenoso, franco arcilloso limoso				
	Franco				
Pendiente predominante	>31%	16%-30%	6%-15%	0%-5%	
2.2. Recurso agua					
Consumo humano	Pozo				
	Río, acequia o manantial de uso público				
	Agua entubada				
	Agua potable				
Uso para riego	No tienen				
	Si tienen en mínima cantidad				
	Todo el año pero no lo suficiente				
	Suficiente agua para todo el año				
2.3. Manejo ambiental					
Manejo de aguas mieles	Vertidas libremente en la superficie				
	Vertidas en pozo de tratamiento				
Disposición de residuos de cosecha	Vertidos a la intemperie				
	Destinados a compostaje				
Manejo de envases de agroquímicos	Arrojados en los lugares de uso (fincas, parcelas)				
	Se desechan junto a residuos inorgánicos				
	Almacenados en los hogares en un lugar apropiado				
	Triple lavado, inhabilitación y devueltos a los centros de acopio autorizados (DS 008-2012)				
Abono – fertilizante	No utiliza		Solo fertilizantes		
	Combina abonos y fertilizantes		Solamente utiliza abonos		
2.4. Manejo de la biodiversidad					
Área de zonas de conservación circundantes	Ninguna área de conservación		1ha		
	2ha		Más de 3 ha		
Arboles maderables	Ningún árbol maderable		1 especie		
	2 especies		Más de 3 especies		
Régimen de tenencia de la tierra	Arrendamiento		Propietario		
Biodiversidad vegetal	Monocultivo				
	Diversificación media				
	Alta diversificación de cultivos con media asociación entre ellos				
	Finca totalmente diversificada y alta asociación entre ellos				
2.5. fertilidad del suelo					
Nitrógeno %	<0,1%	0.1 - 0,2%	0,2 - 0,5%	>0,5%	
Fosforo disponible(ppm)	<5ppm	5 - 15	15 - 30	>30ppm	
Potasio disponible(ppm)	<100ppm	100 -170ppm	170 - 240ppm	>240ppm	
Acidez	<5pH	5 - 5,5	3: 5,5 - 6,0	6,0 - 6,5 pH	
Materia orgánica	<3%	3 - 5%	5 - 10%	>10%	

III. Dimensión económica					
3.1. soberanía alimentaria					
Diversidad de productos (para venta)	Menor a 2		3 a 6	7 a 10	>10 productos
Autoconsumo	<3		4	5	>6 productos
Ingreso mensual (nuevos soles)	<500		500 a 700	700 a 1000	>1000
Subsistema pecuario	Ninguna especie		Dos especies		
	Tres especies		Cuatro a más especies		
3.2. Riesgo económico					
Diversidad de ventas	Un producto		Dos productos		
	Tres productos		Más de cuatro productos		
Tipo de mercado	Local		Regional	Nacional	Internacional
Vías de comercialización	1 canal		2 canales	3 canales	>4 canales
Facilidad de créditos	No lo tiene		Baja disponibilidad		
	Mediana disponibilidad		Alta disponibilidad		
Dependencia de insumos externos	De 80 a 100%		80 a 60%		
	60 a 40%		>40% de insumos		
Asistencia técnica	Ninguna		Una vez por año		
	Dos veces por año		Más de tres veces por año		
3.3. Rentabilidad de la finca					
Calidad física del café	<68%	60 a 75%	75 a 82%	> 82% de café exportable	
Rendimiento (qq/ha)	<10	10 a 15	15 a 25	Más de 25	
Costo – beneficio	<1	1,1 a 1,2	1,2 a 1,3	>1,4	

IV. Dimensión técnico – productivo					
4.1. Salud del cultivo					
Vigor del cultivo	>40% presenta clorosis o crecimiento poco denso				
	40 a 10%		10 a 15%		
	El cultivo no presenta signos de clorosis y tiene crecimiento uniforme				
Variedades de café	Una variedad		Dos variedades		
	Tres a cuatro variedades		>cuatro variedades		
Calidad de semillas	Semillas no certificadas		Semillas certificadas		
Incidencia de plagas y enfermedades	>15%	10 a 15%	5 a 10%	<5%	
Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE)	No cuenta con MIPE		Si cuenta, con manejo integrado de plagas y enfermedades		
4.2. Medidas de protección					
Mitigación de erosión	Surcos paralelos a la pendiente				
	Surcos perpendiculares a la pendiente				
	Curvas a nivel, terrazas y otras medidas de mitigación				
Tipo de tecnología	No usa tecnología		Baja tecnología		
	Tecnología media		Tecnología convencional		
Cobertura vegetal sobre el suelo	<25%	26 a 50%	51 a 95%	>95%	
Vegetación circundante	<25%	26 a 50%	51 a 75%	>75%	
Tipo de riego	Riego por inundación		Riego por gravedad		
	Riego por aspersión		Riego por goteo o localizado		
Manejo pos cosecha	No cuenta con tanque tina, secado a la intemperie, almacenes muy poco seguros				
	Cuenta con tanque tina, secado en carpas solares y cuenta con almacenes con excelente inocuidad				